



Escola Politècnica Superior  
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

## **GRADO EN INGENIERÍA DE LA EDIFICACIÓN**

### **PROYECTO FINAL DE GRADO**

## **DEVELOPING A CONSTRUCTION MANAGEMENT SOFTWARE FOR MOBILE DEVICES**

**Proyectista/as:** Eugenio Manuel Álvarez Izquierdo

**Director/s:** José Manuel Gómez Soberón

**Convocatoria:**





La obra se distribuye bajo los términos y condiciones de la presente licencia pública de **Creative Commons** ("ccpl" o "licencia"). La obra está protegida por la ley del derecho de autor y/o por cualquier otra ley que resulte aplicable. Cualquier uso distinto del autorizado por la presente licencia o por la ley del derecho de autor está prohibido.

Se entiende que por el mero ejercicio de cualquiera de los derechos aquí previstos sobre la obra, usted acepta y se obliga bajo los términos y condiciones de la presente licencia. El licenciante le otorga los derechos aquí descritos considerando la aceptación por su parte de dichos términos y condiciones.





## SUMARY

The project involves the development of a software application for the cost management in building projects and civil works (budgets and work certifications) intended for use in mobile phones and Android tablets.

To develop a useful and efficient application to be incorporated into the construction industry was necessary to prepare a preliminary viability study that is part of the first section of this project. This study will seek to achieve three previous objectives:

1. Historical Study: Patterns search used in history when adding new computing technologies to the construction business.
2. Study of needs: Analysis the tasks and problems in execution phase of the building project and computerization profits.
3. Market research: Looking for options available on the market for this purpose.

At the end of each study are drawn conclusions that will guide de application development.

The second part of the project is a review of the application's development process and the implemented functionalities.

Finally, the application manual and the obtained results will be provided.

## ÍNDICE GENERAL

CHAPTER I.	INTRODUCTION AND OBJECTIVES .....	7
1.1	INTRODUCTION .....	7
1.2	OBJECTIVES .....	8
1.3	PROJECT RATIONALE .....	9
1.4	RESOURCES .....	10
1.5	BREAKDOWN STRUCTURE .....	10
CHAPTER II.	FEASIBILITY STUDY .....	11
2.1	STUDY DEFINITION .....	11
2.2	HISTORICAL ANALYSIS .....	12
2.3	NEEDS ANALYSIS .....	17
2.4	PRODUCT ANALYSIS .....	26
2.5	ANALYSIS OF COMPETITION .....	32
DESARROLLO DE LA APLICACIÓN .....		39
3.1	REQUISITOS DEL SISTEMA .....	39
3.2	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES .....	40
3.3	FASES DEL DESARROLLO .....	41
3.4	ESTRUCTURA DEL ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS .....	42
3.5	ANÁLISIS DEL FORMATO BC3 .....	45
3.6	PROCESO DE LECTURA DE FIEBDC .....	48
3.7	Introducción al lenguaje de programación .....	50
3.8	MÓDULOS DE LA APLICACIÓN .....	57
CHAPTER III.	Manual de usuario. ....	75
4.1	INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN .....	75
4.2	INICIAR LA APLICACIÓN .....	76
4.3	CREAR UN USUARIO .....	77
4.4	CREAR NUEVO PROYECTO .....	78
4.5	PROYECTOS GUARDADOS .....	79
4.6	PRESUPUESTOS ASOCIADOS AL PROYECTO .....	80
4.7	IMPORTAR UN ARCHIVO BC3 .....	81
4.8	NUEVO PRESUPUESTO .....	82
4.9	PRESUPUESTO .....	83
4.10	CERTIFICAR UNIDADES DE OBRA .....	88
4.11	IMPRIMIR INFORMES .....	91
CHAPTER IV.	CONCLUSIONES .....	94
	AGRADECIMIENTOS .....	95
	BIBLIOGRAFÍA .....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema Sketchpad .....	13
Figura 2. Ejemplo del uso de una tablet.....	18
Figura 3. Código QR .....	19
Figura 4. Plantilla de cálculo en Excel .....	21
Figura 5. Uso del "smartphone" en obra .....	23
Figura 6. Gráfica cuota de mercado de los sistemas operativos móviles según datos IDC.....	27
Figura 7. De izquierda a derecha: "smartphone", "tablet", micro PC, PC de bajo coste.....	28
Figura 8. Nielsen social media-report-2012 .....	29
Figura 9. Encuesta Fundetec.....	29
Figura 10. Dispositivo como herramienta de movilidad. Imagen recuperada de: <a href="http://www.newgen.ca">http://www.newgen.ca</a> .....	30
Figura 11. Campos de utilización del Smartphone en una obra. Imagen recuperada de: <a href="http://www.newgen.ca">http://www.newgen.ca</a> .....	30
Figura 12. Estructura del presupuesto de análisis .....	36
Figura 13. Presupuesto desarrollado con Arquímedes(Izq.) y Presto (dcha.).....	37
Figura 14. Fragmento de la tabla "conceptos" de un presupuesto generada por la aplicación.....	43
Figura 15. Fragmento de la tabla "certificación" de un presupuesto generada por la aplicación .....	44
Figura 16. Diagrama de flujo del proceso de lectura de un fichero BC3 .....	48
Figura 17. Texto contenido dentro un fichero BC3.....	49
Figura 18. Carpetas de ficheros de una aplicación Android.....	50
Figura 19. Código XML (izqda.) e interfaz resultante (drcha.) .....	51
Figura 20. Ejemplo de los datos de los diferentes objetos FILA mostrados por la interfaz .....	56
Figura 21. Fragmento de tabla conceptos de un presupuesto.....	58
Figura 22. Captura de pantalla de la actividad Presupuesto.....	58
Figura 23. Diagrama de flujo del algoritmo utilizado al iniciar la actividad Presupuesto .....	59
Figura 24. Momento previo y posterior al pulsar sobre de un elemento de la lista .....	61
Figura 25. Diagrama de flujo del algoritmo utilizado por el método "onItemClickListener" .....	62
Figura 26. Cálculo de los costes indirectos.....	63
Figura 27. Diagrama de flujo del algoritmo de obtención de conceptos desde la base de datos.....	65
Figura 28. Diagrama de flujo del proceso de cálculo del importe de un concepto .....	67
Figura 29. Captura de pantalla de una lista de conceptos .....	68
Figura 30. Diagrama de flujo del algoritmo para calcular precios a través del descompuesto.....	70
Figura 31. Esquema de la actualización de precios en un presupuesto de ejemplo.....	72
Figura 32. Diagrama de flujo del algoritmo de cálculo para generar precios actualizados .....	73
Figura 33. Código QR con el link de descarga de la versión beta de la aplicación.....	75
Figura 34. Capturas de pantalla de la instalación .....	76
Figura 35. Icono de la aplicación .....	76
Figura 36. Captura de pantalla de la actividad Usuario .....	77
Figura 37. Esquema de la actividad Nuevo proyecto.....	78
Figura 38. Esquema de la actividad Proyectos .....	79
Figura 39. Esquema de la actividad selector de presupuesto.....	80
Figura 40. Capturas de pantalla de la actividad Explorador de archivos .....	81
Figura 41. Captura de pantalla del cuadro de dialogo del progreso de importación .....	81
Figura 42. Captura de pantalla del cuadro de dialogo de las propiedades del presupuesto.....	82
Figura 43. Captura de pantalla de la lista de presupuestos actualizada .....	82
Figura 44. Esquema de los elementos de la actividad Presupuesto.....	83
Figura 45. Leyenda de los iconos de tipo de concepto .....	83
Figura 46. Captura de pantalla del dialogo para insertar un nuevo concepto.....	84
Figura 47. Captura de pantalla del menú contextual de herramientas.....	84
Figura 48. Captura de pantalla del dialogo para editar un concepto.....	85
Figura 49. Esquema de los elementos la actividad Mediciones.....	86
Figura 50. Esquema del panel de insertar medición de la actividad Mediciones .....	86
Figura 51. Captura de pantalla cuadro de diálogo de inserción de fórmula .....	87
Figura 52. Esquema de los elementos la actividad Certificación en vista de partidas .....	88
Figura 53. Esquema de los elementos la actividad Certificar en vista de certificar.....	89
Figura 54. Captura de pantalla del dialogo para guardar un informe .....	91
Figura 55. Ejemplo página 16 del documento "Presupuesto y mediciones" impreso desde la aplicación desarrollada. ....	92
Figura 56. Ejemplo página 1 del informe "Certificación parcial y a origen" impreso desde la aplicación desarrollada. ....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estructura de la tabla conceptos .....	43
Tabla 2: Estructura de la tabla certificación .....	44
Tabla 3: Conceptos del fichero. Indicativo “~C” .....	49
Tabla 4: Tabla esquemática del descompuesto del concepto CAP1#. Indicativo “~D” .....	49
Tabla 5: Tabla esquemática del descompuesto del concepto PAR11. Indicativo “~D” .....	49
Tabla 6: Tabla esquemática del descompuesto del concepto PAR12. Indicativo “~D” .....	49
Tabla 7: Tabla esquemática las mediciones de PAR11. Indicativo “~M” .....	49
Tabla 8: Variables primitivas en Java .....	53
Tabla 9: Cálculos del porcentaje auxiliar de los conceptos “MAT” .....	69
Tabla 10: Cálculos del porcentaje auxiliar de los conceptos “MO” .....	69
Tabla 11: Demostración de la fórmula de redondeo .....	69





# **CHAPTER I. INTRODUCTION AND OBJECTIVES**

## **1.1 INTRODUCTION**

Currently, the area of mobile telephony has become very important thing in society, and for that reason, the obtained technological advance is very great, as happened with computers before.

Today, there are a range of phones that offers to us a large processing capacity and good mobility and data connectivity.

The construction sector needs a major renovation of work and control method to be competitive in the market and these devices have the appropriate incomes to computerize and better control works.

For this features provided by these mobile devices I decided to analyze its implementation in the construction business used for computerizing work stage control and management.

In practice this involves a long adaptation and standardization period by trade professionals. Thus, the practical objective of this final degree dissertation will be develop a first version of construction budget management software to use on these mobile devices, as employed in computer, but would allow us to control project costs and issue certifications on-site of building works.

The program is projected for use in the execution phase, in order to achieve greater efficiency at construction's cost control and improve communication between personal who execute the construction project.

## 1.2 OBJECTIVES

### 1.2.1 *Main objective*

The main objective of this thesis is to develop a concrete application capable of managing construction budgets, bill of quantities and verify completed units of each work consignment.

### 1.2.2 *Specific objectives*

- The application developed must be an appropriate tool for better quality at construction work's control and get more efficient, accurate and productive work execution.
- It must be a quality product to be commercialized.
- To enter new marketplace without important competition and with great growth potential: Construction management software for mobile devices.
- To afford the needs and expectations and must bring benefits in aspects of construction's works (execution control, material costs , work certifications...)

### 1.2.3 *Global objectives*

- Contribute to deliberate new working methods adapted to the available technologies nowadays.
- Incorporating more applications for commercial purpose concerned to the building sector.
- Establish a foundation for to computerize the implementation phase of the works.
- Finding an occupational alternative to the current situation of profession building engineer using the knowledge obtained in the grade.

### 1.3 PROJECT RATIONALE

The main use of developed application is to be able to help to develop construction budgets and work certifications either from scratch or from imported files in BC3 format. Application includes a price calculation engine through its unitary concepts and quantities calculation through their measurements.

As a result, one can easily develop, consult or modify budgets anywhere through an Android mobile device.

On the other hand, the app allows certifying each budget construction unity, by quantities, measurements or percentages and review prices or create unplanned new building elements, too. Furthermore, this includes an easy mode to view the certificated construction units by colors representation.

This helps to improve the accuracy of construction evolution and certification on the building site. At the end results can be exported in a PDF file after they are sent by email or printed them on paper.

## 1.4 RESOURCES

The resources to make this project are the following:

For application development has aided from one desktop computer and one laptop:

- Operating system: Windows 7 Profesional.
- Development library: Java SDK6 y Android SDK R10
- Development tools: IDE eclipse 4.2 and ADT plugging.

For app debugging and testing it has been used the SDK emulator and two devices.

Samsung Galaxy S3 (GT-i9300):

- 4.8 inches display
- Processor 1.4 GHz with own GPU
- 1024 Mb RAM
- Android 4.1.2

LG Optimus 2x (P990):

- 4.8 inches display
- Processor 1 GHz with own GPU
- 512 Mb RAM
- Android 2.3.4

Finally, for creating project documentation it has been used office suite Microsoft Office 2010 Professional.

## 1.5 BREAKDOWN STRUCTURE

This section will briefly enclose contents towards chapters of this document in order to make it easy to read:

- Chapter 1: A brief introduction which details the objectives and motivations of the project and the resources to carry it out.
- Chapter 2: Here provides an analysis of the work of the Project Execution Manager and the current state of mobile phone market from the point of view of software development for construction.
- Chapter 3: This chapter affords the process of developing and the implemented methods that allows calculate the eigenvalues of a budget.
- Chapter 4: This section includes the application's user guide.
- Chapter 5: On this chapter we expose the conclusions obtained after work on this project.

## CHAPTER II. FEASIBILITY STUDY

### 2.1 STUDY DEFINITION

This second part of the project is a feasibility study to obtain the development orientation of projected application for use as a construction manager's tool for the purpose of its release and projection on marketplace.

In this study we investigate the behavior of the incorporation of new technologies throughout history in a business environment (and more specifically by the construction area); the real requirements of construction project managers and benefits obtained with previously defined tool, and finally the realities within the current market.

The application target group profile is a construction worker responsible construction management as project supervisor, quantity surveyor, site management or project manager.

## 2.2 HISTORICAL ANALYSIS

The first part of this study focused above the development of the integration procedure followed by the informatics tools into professional field of construction industry.

### 2.2.1 *Informatics' history*

Humankind generally tried to find tools and methods to simplify the calculation labors and organizational tasks, allowing less effort from us, though considerably reduced time. Information technology is one of the most impact is having on the working methods of almost all professional sectors.

#### **Hardware**

The computer origination is due previous discoveries , such as the formal logic study formulated by Gottfried W. von Leibnitz (1646-1717), origin of algebraic logic devised by George Boole, precursor of the binary number system (0 and 1), mechanical tabulator based on punched cards designed by Herman Hollerith, the science of computing by Alan Turing, and so on.

Nevertheless, it could be said that the initial period of computing ranges from 1951 by the firsts computers using vacuum tubes as their electronic elements and 1964 by first commercial computer with integrated circuit technology.

From that point, during 1960s and 1970s decades was still with hardware development and the subsequent creation of microprocessors, further decreased size and cost and further increased speed and reliability of computers.

#### **Software**

In the sixties also developed computer science and software engineering. In the early years the programs was developed using low-level languages that had to be understood by engineers. From that, it was structured and standardized models and most practical programs are written in more abstract high-level programming languages that are able to express the needs of the programmer.

In the mid-eighties software marketing was promoted by increased performance and compatibility of personal computer. The programmers developed applications that may run on any computer despite variations in hardware.

## Graphical user interface

In 1973, Xerox introduced the concept of graphical user interface on a computer. The graphical user interface is a control and monitoring performance that generate an graphical environment language (images, icons, graphics and symbols) which interact via some input device, such as mouse. The previous operator environment computers were command-line user interface, which issues commands to the program in the form of successive lines of text and that required much technical knowledge by users. GUI allows making the interaction with the computer more accessible to users and is the solution adopted by all operating systems nowadays.

## Communication

Data transfer between computers by using networks, was the last breakthrough to reach the current terminals that we use. Communication between computers was set up for military purposes in 1969 by the first operational packet switching network called ARPANET. A later time a network that provided Internet services to academic computer science departments was released (NSFNET).

In 1990s the World Wide Web was established. This is a system of interlinked hypertext documents accessed via a program known as web browser, which interprets the information to display.

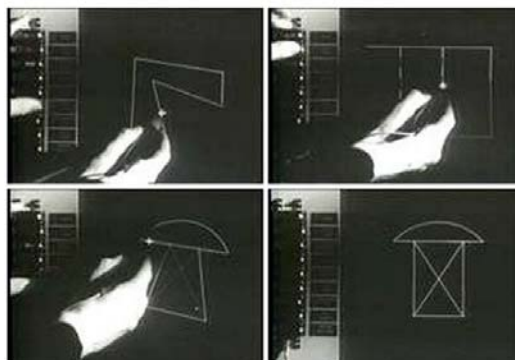
Today the development of computer technology (computers, mobile communications, electronic documentation, etc.) is producing significant changes in the economic and social structure. At business, the computerization of production processes, design and resources control has changed the business structure in most sectors.

### 2.2.2 CAD history

Computer aided design (CAD) software is one of most employed uses of informatics in engineering and architecture nowadays for design the project planes and graphic documentation.

At first there was some reticence to buy new computer equipment for that purpose, even though today is for everyday use.

First CAD software was developed in 1963 by Ivan Sutherland in Massachusetts Institute of Technology (MIT). It allowed the user to sketch on a cathode ray tube display. (Figura 1).



*Figura 1. Sistema Sketchpad*

Working with firsts commercial CAD applications involved writing functions commands in form of successive text lines to computer, which calculate those functions and display the results. Since graphical user interface implementation, argued in previous chapter, the use of CAD programs was simplified because it left monitoring the outcomes obtained by input commands in real time.

In architecture, computer design was the result of other activities applications (engineering design) and an adaptation of generic paint and 3D modeling applications.

The use of these generic apps has become more complicated and hasn't got enough architectural options. Subsequently the inherent needs of architecture were offset by spread of personal computer released in eighties, and there was a greater acceptance of computer-aided design.

At present CAD software provides some advantages over the traditional methodology of design build. The use has been standardized and now it is fully integrated in the architecture industry.

### *2.2.3 History of project development on computer*

The project information is not limited to drawings and plans, is also required to be handled by different data types: text, tables and spreadsheet programs in addition to the graphical project documentation.

The manipulation of these data types, which somehow involved on building project documentation, was aided by the release of new specialized software: word processor, spreadsheets, databases and electronic communication managers (email and file transfer).

### *2.2.4 Historical Impact of computing in architecture*

At the dawn of the computer era, it had no significant impact on the professional sectors without a direct relation.

Even so, during those early years, there was some collective thinking among certain architects, who thought they could enter all parameters of complex building projects and cheapest and optimal solution was found by computers.

However as after it has been shown these statements had wrong misconception of possibilities that computers offered in those days.

In the mid-eighties with the advent of the personal computer, that gives us better performance and less cost, coupled with software expertise and enhanced usability of graphical user interface innovation, arouse the business investment and gradual integration to new technologies on work methods of almost all sectors, including architecture field.

The implement of computing by companies in the construction business for the development of project documents means an increase on its production and quality. This suggests a further increase in benefit arising greater acceptance.



One outcome of such procedure is that is needed more knowledge about computers and management, undertake and the structural organization of the society has to be restructured involving workers and resources.

During the nineties the computerization was modified the appearance of offices and work methodology of architects and other engineers in the development of construction projects.

At present computer tools are plenty integrated into construction sector and have quantifiable impact. Now, it is still considered, in theory, as a simple tool to assist the develop work of building projects. Its use in the execution stage is rather unused compared with industrial production processes.

### *2.2.5 Are mobile devices the future?*

Seems that the scant presence of computer devices during implementation of building project is likely to be due to the construction managers can't disposing an effective monitoring mechanism for analyzing the project development on-site.

However, the mobile processing power has increased significantly in latest years. This capability has made them pocket computers. Besides the wireless internet access on these devices, build an infrastructure to provide internet access from anywhere. This infrastructure not only provides people with access to internet and news, but also can provide an income building technicians to access of their project data from anywhere.

Therefore for construction related professional, these devices can be very useful in tasks such as systematic checks, measurements and obtain certifications in work, take pictures and incorporate them inspections, control planning (work study ), process payroll calculations to work, make notes on planes (revision clouds) do control parts of implementation and coordination (recording the signature of the head of work in the digital file, etc.). All this would be done in real time, from site work and without overlapping or repeated by different people and being able to optimize all the work, reducing time and costs.

### *2.2.6 Conclusions of the historical study*

As a reflection of the history analysis in the business the computerization is always gradually assumed if the means to carry it out are available, although firstly there remains some reticence to adopt it.

Today we can see that computerization optimizes time and efforts of staff that draws up a project and also decreases production costs of construction projects.

So the next logical step we must take is to use current technology to computerize the control and monitoring the implementation phase of building projects. This computerization will give more control, order and relative reduction of the work costs, as has already been shown to occur on the development phase of the project.

## 2.3 NEEDS ANALYSIS

In this second section the real needs of the professional responsible in constructions management will be evaluated. Most of construction manager's work has to be done directly or indirectly on site, and attached to the work described in different phases of a project. Also, we will study the benefits of computerization by mobile devices can bring to do those tasks and checks.

### Directing implementation

The management and control of building process in compliance with regulations currently in effect and according to the project director instructions is one of main functions of construction manager realizes.

In order to perform such a function construction manager has to supervise on building site the following events.

- To be present at the verification of ground plans and created layouts.
- To oversee construction materials and correct and the compatibility of those.
- Site and executive management of the installations.

Ley de Ordenación de la Edificación; Capítulo III Artículo 13.

2. Son obligaciones del director de la ejecución de la obra:

[...]

*Dirige la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales y la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del Director de la Obra.*

### CTE; Artículo 7.3 Control de ejecución de la obra

1. *Durante la construcción, el director de la ejecución de la obra controlará la ejecución de cada unidad de obra verificando su replanteo, los materiales que se utilicen, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, así como las verificaciones y demás controles a realizar para comprobar su conformidad con lo indicado en el proyecto, la legislación aplicable, las normas de buena práctica constructiva y las instrucciones de la dirección facultativa. En la recepción de la obra ejecutada pueden tenerse en cuenta las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen, así como las verificaciones que, en su caso, realicen las entidades de control de calidad de la edificación.*
2. *Se comprobará que se han adoptado las medidas necesarias para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos.*
3. *En el control de ejecución de la obra se adoptarán los métodos y procedimientos que se contemplen en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, previstas en el artículo 5.2.5.*

### Advantages:

The way to the project director, project manager and construction workers to communicate project implementation have traditionally the two-dimensional planes. This procedure of communication project concepts tend to simplify the information imparted and fail to provide perspective, and sometimes, could be difficult to people who lack spatial vision and fail to correctly understand the instructions. The traditional alternative used by architects to ensure that project concepts are assumed was to assemble technical scale models.

Succeeded Developments of existing devices on the market, allow a better communication of project concepts by render conceptions, play animations and also display 3D models. Besides those devices has internet connectivity providing communication with office and update changes may occur to initial building plans. So project report and specifications could be presented on interactive format and display it on building site and be an addition of project plans. (Figure 2)



Figura 2. Ejemplo del uso de una tablet

## Verification of receipt

Another construction manager function is the inspection of the materials on receipt and quality control of construction materials, system and teams, ensuring that characteristics are compliant with the specifications contained in the project specification.

Ley de Ordenación de la Edificación: Capítulo III Artículo 13.

2. Son obligaciones del director de la ejecución de la obra:

[...]

Verifica la recepción en la obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas.

CTE: Artículo 7.2 Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas

*El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá:*

- a. El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1.*
- b. El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2;*
- c. El control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.*

## Advantages:

A mobile device can be a great advantage in verifying the receipt in the work of building products. With such a device can be supplemented spreadsheets for reporting or doing operation test and sort the results immediately.

It can be access to technical information, forms and specifications of employed materials during execution checks. Furthermore, the greater part of all these devices have integrated camera, which allows the transmission of images.

Recently, there has been introduced a system to contain product information the QR Code. Construction materials can include a QR-code and managers with a camera phone equipped with application that can read a displayed code and convert it to a URL directing to the website of material company, store associated with that code providing specific information and quality control laboratory.



Figura 3. Código QR

## Coordinate staff

Total management, collaborate and advice of technical workers and necessary specialists necessary to develop or supervise different parts of a construction project

### CTE: Artículo 7.1 Generalidades

*3. Cuando en el desarrollo de las obras intervengan diversos técnicos para dirigir las obras de proyectos parciales, lo harán bajo la coordinación del director de obra.*

## Advantages:

Wireless telecommunications of these devices with an integrated infrastructure for voice and data allow improved interpersonal communications of the various participants in a construction project due to the integration in a single device of a camera and video phone access to a data network or remote connection to computers, providing services such as:

- Videoconferences.
- Fast file transfer.
- Access to sharing applications.
- Access and control of databases.
- Internet access and email.
- Note remotely via video usage.
- Get access and organize all documents generated by each of the participants in the work.
- Different users, architects, engineers and builders can access the same and only project information and thus prevent the duplicity of content.

This can minimize the number of trips, and allow project manager to coordinate greater number of projects simultaneously and with more efficiency.

## Troubleshoot unforeseen problems and incompatibilities

Solve problems that arise in work about project technical interpretations, calculations and estimates in situ and in some cases redo certain project elements.

### CTE: Artículo 7.1 Generalidades

1. Las obras de construcción del edificio se llevarán a cabo con sujeción al proyecto y sus modificaciones autorizadas por el director de obra previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

### Advantages:

The use of computing devices on the work place lets obtain a useful tool to address certain issues of the construction. You can often submit situations not covered by the project where you need to to reinterpret, conceptualize or recalculate the project structure or any other construction element at the moment of execution.

These changes made, both by the site manager as project direction require ensuring comprehensive control and proper communication to avoid future problems.

Even though it is not wise to think that all project rectifications can be performed on site, but requires a more detailed analysis at the office.

But keeping this in mind, there are many other situations not covered by the project that require adjustment. These problems would be solved before and with better control, by using a computer system tan solving them on paper.

You can have access to a database that store ordinances quantitative and qualitative standards in compliance with regulations currently in effect. You can also perform calculations faster and more reliable by an electronic device by hand, by means of templates and spreadsheets designed for this purpose (Figure 4) and through these devices have them present on site.

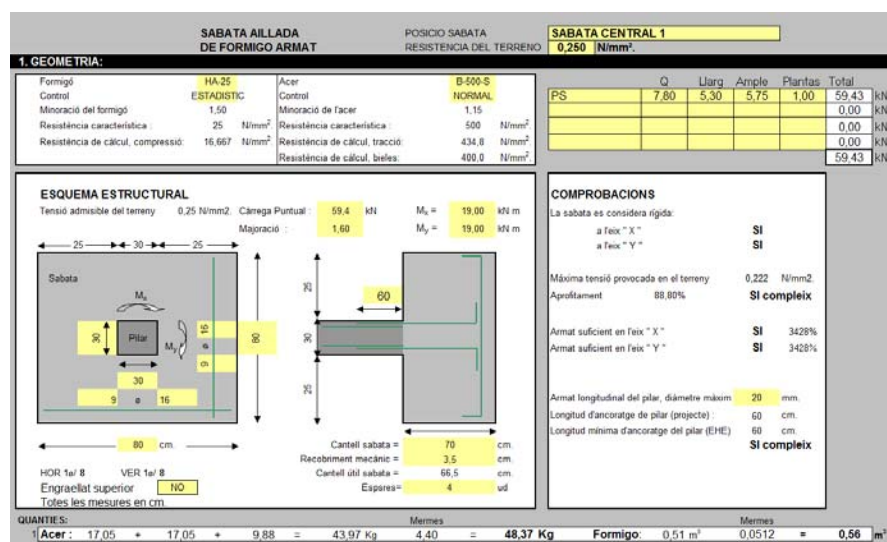


Figura 4. Plantilla de cálculo en Excel

Another use is to transfer the fixes with improved precision from the technical office to the device at work site through multimedia format. This level of clarity in communication helps reduce construction issues, thus saving money and speeding up the project schedule.



## Submit building documentation, certificates and technical reports

Project Manager in collaboration with the constructor manager has to deal with submit construction documents during construction implementation such as technical reports and certifications.

Certificates are documents that verify the progress or status of building components such as Installation Certificate, Building License, Scaffolding certificate, First occupation licenses.

Technical Reports is a testify outlining the situations observed in a survey done by a qualified technician and detailed explanations to certify the above. There are different types of reports, inspection reports from building technology (ITE) or building conservation reports (ICE), to acoustic report and appraisal valuations.

Ley de Ordenación de la Edificación: Capítulo III Artículo 13.

Colabora en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada (Libro del Edificio) y aporta los resultados del control realizado.

CTE: Anejo II. Documentación del seguimiento de la obra

### II.1. Documentación obligatoria del seguimiento de la obra

1. Las obras de edificación dispondrán de una documentación de seguimiento que se compondrá, al menos, de:

- a) el Libro de Órdenes y Asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 462/1971, de 11 de marzo;
- b) el Libro de Incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre;
- c) el proyecto, sus anejos y modificaciones debidamente autorizados por el director de obra;
- d) la licencia de obras, la apertura del centro de trabajo y, en su caso, otras autorizaciones administrativas;
- e) el certificado final de la obra de acuerdo con el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, del Ministerio de la Vivienda y

2. En el Libro de Órdenes y Asistencias [...].

3. El Libro de Incidencias [...].

### II.2. Documentación del control de la obra

1. El control de calidad de las obras realizado incluirá el control de recepción de productos, los controles de la ejecución y de la obra terminada.

[...]

### II.3. Certificado final de obra

1 En el certificado final de obra, [...]

3 Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- a) descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra, haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia; y
- b) relación de los controles realizados durante la ejecución de la obra y sus resultados.



**Advantages:**

A well-developed construction project needs to move and accumulate a lot of information and coordinate members who are working on this project.

To facilitate drafting these documents and reports manager often uses computer applications or templates for completing data. These tools optimize long drafting work. Even this can provide extra data such as, for example, a color code to enter an amount exceeding the guidelines of a standard or a chart showing the data collected more descriptive and to facilitate visual analysis.

The purpose of these templates or applications is to produce a full report by introducing a few data. But also provide an orderly way to save reports in digital format files, share, edit and saving paper by printing only the final version.

This process is usually done in an office computer; however the information is collected primarily in construction visits. The data collection procedure is an essential part of the project documentation or a technical report and should follow a standardized procedure to obtain this information with the help of a methodology developed.

In a field study the technician should consider two things: first observation, and second the good record of everything observed. The most common types of qualitative data collection in the works are taking notes, sketching and taking photographs. (Figure 5).



*Figura 5. Uso del "smartphone" en obra*

All these actions can be performed on responsibly through a mobile device with contextualized patterns, then process and interpret through an application and immediately report available on site. You can register from the device itself and submitted online, printed or stored remotely in an organized manner, without omissions or data written twice.

### **Certify the development and completion of works**

Manager has to emit the verification of ground plans and at the delivery of provisional or final works, irrespective of their nature and the contracting entity.

Also, the manager must submit and implement the partial certifications and final settlement of the units of work executed.

Ley de Ordenación de la Edificación; Capítulo III Artículo 13.

*2. Son obligaciones del director de la ejecución de la obra:*

*[...]*

*Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.*

#### **Artículo 7.4 Control de la obra terminada**

*En la obra terminada, bien sobre el edificio en su conjunto, o bien sobre sus diferentes partes y sus instalaciones, parcial o totalmente terminadas, deben realizarse, además de las que puedan establecerse con carácter voluntario, las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable.*

### **Advantages:**

Quantitative information of the completed work is measured and checked in-situ from the construction site, then the manager has to prepare the report from the office to issue certification.

With a mobile device can provide budget in electronic format and certify the items or measurements taken from the same place.

This involves a significant time reduction as it unifies the data capture and document processing. It also gives us more control and speed when making decisions or corrections regarding the evolution of the work than budgeted.

Another important aspect of using these devices for this purpose is that it provides greater fidelity of reality to be present on site at the time of issuing the certification.

### 2.3.1 *Conclusions of needs analysis*

Mobile devices can be very useful in tasks such as performing systematic checks, measurements and obtain certifications in construction, taking pictures and incorporate them into inspections, control planning (study of work), spreadsheets to perform calculations at construction place, make notes on floor plans (revision clouds), parts control and coordination execution (signing recording site manager in the digital file, etc.). All in real time, from site work and without overlapping or repeated by different people, being able to optimizing things labored well, reducing time and costs.

Moreover, thanks to its connectivity, let you send via the Internet and from site, information created, streamlining the administrative process of the works in the firm's head office, receiving construction in the same visit. It also would provide updated documentation anywhere be consulted and allow backup with the updated information. Send the email control parts to other agents, and thereby reduce the volume of photocopied sheets, scans, emails and duplicates and missing documents.

Obviously, there are disadvantages. The buildings are different to each other and a structure of checks and calculations too rigid can cause a worse running of works and relaxation by the technical staff. Although tools are used to facilitate calculation, writing or analysis of a project, it must be remembered that the technician must interpret and verify the entire process.

Despite the existence of means, this methodology is not incorporated promptly. However, if it could be used in certain documents for new ways to work by these devices, different from those currently used. This would improve mobility due those devices ergonomics and will provide the gradually standardization and computerization of control processes in the construction of buildings.

In conclusion, a strong organization and systematization of the actions of management and control of the implementation phase of the project by using such tool would improve the organization of the company, optimize costs and increase profit margins to compete sector.

## 2.4 PRODUCT ANALYSIS

Before proposing and develop an application marketplace of computer technology and software need to carry out a comprehensive study into the whole issue. This section includes a market research and study of similar applications (software design, measurement and economic control, budgeting software, issuing documents and report writing).

These studies will help define what the device more convenient to implement our tools.

### 2.4.1 *Study of current mobile platforms*

#### **Google Android**

Android is a Linux-based operating system designed primarily developed by Google. This open source code and permissive licensing allows the software to be freely modified and distributed by device manufacturers, wireless carriers and developers. These factors have allowed Android to become the most widely used smartphone platform and the software choice for mostly smartphone users.

#### **Apple iOS.**

iOS is a mobile operating system developed and distributed by Apple Inc. Originally released in 2007 for the iPhone.

#### **Nokia Symbian**

Symbian is an operating system created by a major joint venture between some phone manufacturers Ericsson, Motorola, Nokia... In June 2008, Nokia announced the acquisition of Symbian Ltd. Most of Symbian smartphones are out by Nokia.

#### **BlackBerry RIM**

BlackBerry OS is operating system developed by RIM for its BlackBerry line of smartphone devices.

#### **Windows ARM**

Windows RT is a special version of the operating system designed to run on mobile devices and tablets. Microsoft imposes tight control on the development and production of Windows RT devices that causes less variety than Android devices.

## Market share

Android is the mobile operating system that has most increased in recent years and which has the largest share with 72.4% ahead of the iPhone's iOS (13.9%) and RIM BlackBerry (5.3%).<sup>1</sup> In Spain, these data are most notorious even with 78% for Android, RIM BlackBerry 9% and 5% for iOS and Symbian.<sup>2</sup>

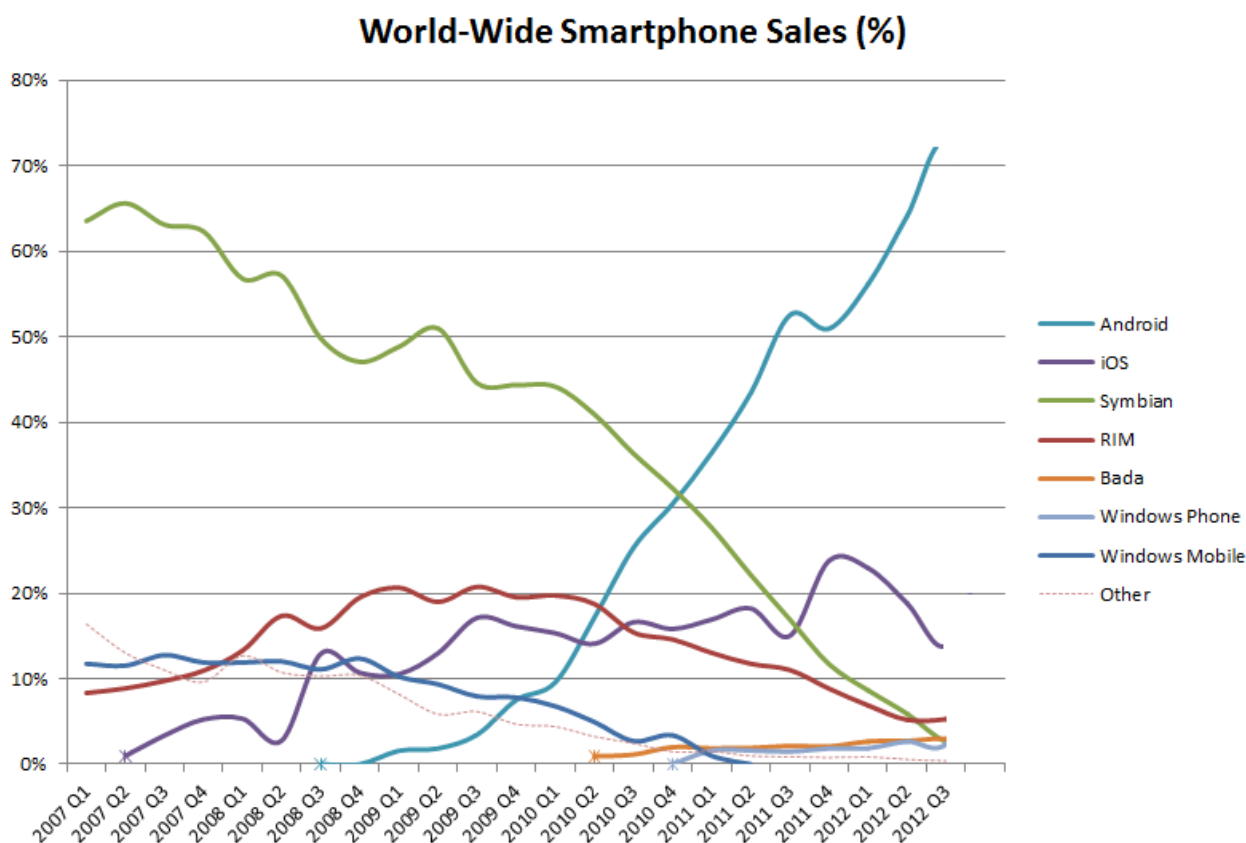


Figura 6. Gráfica cuota de mercado de los sistemas operativos móviles según datos IDC

Android was thought for touchscreen mobile devices such as smartphones and tablet computers. The open and customizable nature of Android allows it to be used on other electronics, including laptops and netbooks, smartbooks, smart TVs, cars, cameras, domestic appliance, and so on.

Android consists of a kernel based on Linux kernel<sup>3</sup>; a free operating system ported to more computer hardware platforms than any other operating system.

Is that to say, the underlying source code may be used, modified, and distributed by anyone unfettered under free license. That is causing most companies incorporate Android as a platform for their devices.

<sup>1</sup> Fuentes: IDC (International Data Corporation), datos actualizados al tercer trimestre del 2012

<sup>2</sup> Fuentes: Informe "diciembre ynteractivo" de Ymedia.

<sup>3</sup> Linux es un núcleo de sistema operativo que está licenciado bajo la GPL (Licencia Pública General)

### 2.4.2 Study of the components (devices)

Another important consideration when choosing a development platform are the characteristics of the devices available on the market and the purchase cost for businesses and users.

#### Small-sized mobile devices. (Smartphone)

A "smartphone" is a mobile phone with the following features: large screen (3 to 5.5 inches), internet connectivity and high data throughput.

	Android	iOS	Windows
Precios	100-600€	389€ - 669 €	269 - 600€

#### Mid-sized mobile devices. (Tablets)

A tablet is a kind of computing device with larger screen size than the "smartphones". The screen is the input method to interact without physical keyboard or mouse.

	Android	iOS	Windows
Precios	85 - 600€	329€ - 829 €	200 - 699€

#### Alternative devices

Micro PC: These are devices with features of a PC, with the size of just over a USB to be connected on a screen.

Low-cost computer board: In today's market there a PC type of thought intended to be sold in resource-poor countries by \$ 25. Does not include case or screen, but it is a credit card sized board, with the essential components to connect to a TV or a keyboard. This PC uses operating system or some Linux distributions are free Android since.

	Android	iOS	Windows
Precios micro PC	69 - 120 €	X	X
Precios placa PC	22 - 59€	X	X



Figura 7. De izquierda a derecha: "smartphone", "tablet", micro PC, PC de bajo coste.

## Consumer Analysis

The market penetration of smartphones with regard to mobile devices in Spain at the end of 2012 was 63.2%, well above the European average which stands at 32% nearly 20 points more than at the end of 2011. The share of smartphones with regard to devices used for applications is 46% ahead of the PC and laptop if counted them separately.

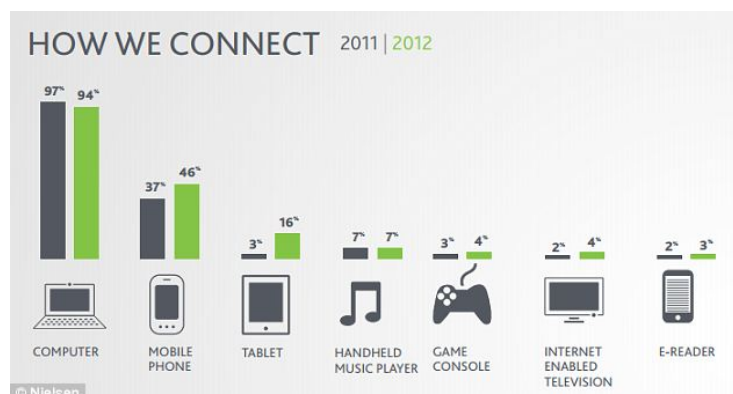


Figura 8. Nielsen social media-report-2012

## Rate of impact on business

84.9% of Spanish companies using mobile devices as a working tool. Basic mobile telephone occupies a 59,6% of market share of all of these devices used as mobility tool. Smartphones occupied 39% of market share on 2011.

By sector, the companies that made use of this technology were the "Construction" and "Transport and Communications" because the 90% of their workers used it regularly.

Overall, such devices are the most commonly used, followed by laptop and tablet PC as mobility tools in business.

## Dispositivos móviles empleados (% sobre empresas con herramientas de movilidad)

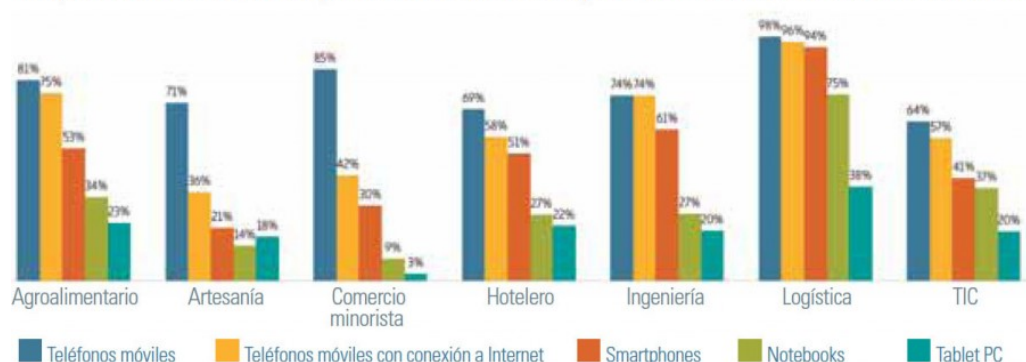


Figura 9. Encuesta Fundetec



### Rate of impact on construction

In a 2011 study by Constructech, a 81% of construction companies surveyed were using SmartPhones for mobile tasks in the field. What makes this stat even more interesting is that only 69% of these companies use laptops in the field. Tablets (iPad/Android/Playbook/Slate) were a distant 3<sup>rd</sup> with only 26% of the companies surveyed using them.

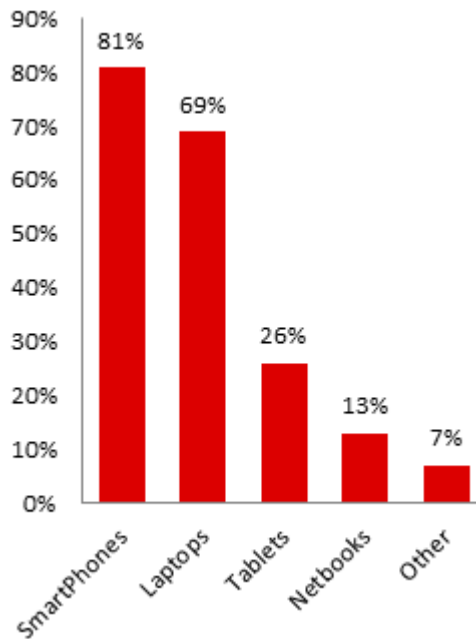


Figura 10. Dispositivo como herramienta de movilidad. Imagen recuperada de: <http://www.newgen.ca>

Smartphone use by types of processes construction companies is represented on figure 11.



Figura 11. Campos de utilización del Smartphone en una obra. Imagen recuperada de: <http://www.newgen.ca>



### 2.4.3 Conclusions of product analysis

#### **Development Platform**

The study led us to build some conclusions. First of all I have to refer to the great growth that Android has had during these few years, been able to acquire a large community of users

Android has certain competitive advantages as able to be installed on any device without requiring any specific hardware instead iOS which requires you to use a terminal manufactured by Apple.

Because the data obtained in this analysis and the ability to purchase lower cost terminal for professionals, has decided Android as a platform to develop the application.

#### **Type of terminal**

Technological changes that were produced with the release of these devices are having the first evident effects. The smartphones have a higher market penetration than PCs now, while "tablets", in just two and a half years since the release of iPad, are becoming as to be an alternative for PCs and laptops.

So far not used a mobile as a tool for internet connectors, or share images, data, or use it as a gps. As of today, they can be used for these tasks.

#### **Impact on companies**

Forecasts set soon smartphones and tablets will use devices more services and applications. Such forecasts are supported by the opinion of entire industry where, more and more are adopting these devices as a mobility tool.

Due to the current market situation, it is time to develop new methods of working in professional sectors, especially in construction sector, to optimize performance, expenses and quality improvement.

On the other hand demand for these devices is in evident increasing not just for users but also for professional purposes.

Considering these three factors, we can extract the conclusions stating that it's time to go ahead with (in both directions) to computerize construction, and acclimate computing with applications for construction too.

## 2.5 ANALYSIS OF COMPETITION

Having chosen a device and Platform for application development, it will proceed with a feasibility study of the project, by searching the alternatives that exist in the market.

### 2.5.1 *Building Applications for mobile devices.*

The software in the construction is of particular importance in the development of a project. For each of the parts of a project there are many types of specialized software for use on PC, CAD and BIM programs for the implementation of plans, programs, word processing for writing memory and reports, budget programs, calculation. In mobile devices still use is not well-known but is appearing increasingly more options. Some applications related to the construction sector are as follows.

#### **a) *Aplicaciones de CAD***

##### **AutoCAD WS**

AutoCAD WS is the online version of AutoCAD. The application for Android and iPhone access to this service and view, create or modify files in Autocad. The application is free but the service fee is subject to certain restrictions. It has more than 5 million downloads.

##### **AutoQ3D CAD**

This application allows developing CAD drawings in 2D and 3D. It have 3DQ native format but supports STL, OBJ, DXF. The price is € 24.37, and has about 500 downloads.

##### **AndCAD**

This is similar to AutoQ3D CAD. Also it allows you to import and export DXF. It costs € 28.99 and has 1000 downloads.

##### **Floor Plan Creator**

This is an app to create floor plans easily. This application is free and has more than 50,000 downloads.

### ***b) Calculation applications***

#### **Construction**

"Construction" is an application for calculating the resistance of metals reinforced concrete. It lets verify or sizing numerous architectural elements, providing detailed technical and practical knowledge.

#### **Steel Beam Design Construction**

A calculator design steel beams for building construction.

#### **Beam Calculator**

Tool to calculate the simple beam, estimated time of the reaction load, shear forces, and more.

#### **AndTruss2D**

AndTruss2D is an application used for linear static analysis of plane trusses with the finite element method.

It provides a graphical user interface easy to use that allows the user to configure the static model and see the results after the analysis process or import DXF files.

### ***c) Budgets applications***

#### **ConstructionHelperFree**

This is a simplified price calculator. The application helps to calculate areas, volumes, price and volume weight, number and cost of tiles / bricks to cover a surface, with or without stripes.

The application costs € 1.13 and, despite carrying two years has only 100 downloads.

### ***d) Other utilities for construction***

#### **Photo Measures**

Application developed for iOS and Android. Photo Measures (or Photo Measures) serves, as its name suggests, to save photographs accompanied by measures to make it easier to remember the exact location of them and make sure everything fits.

## **DXF Camera**

This application allows obtain a DXF file from a photo.

## **Steel Profiles**

That application provides a catalog of steel under Spanish standard. A portable database of construction details with steel.

### ***2.5.2 Foreign market.***

Many applications are developed in other countries, except for the language, you can use without problem. But there is one application type developed to be used with the legislation specific country. Index these types of applications in some countries is greater than in Spain.

In Italy, for example, found many security related applications in the work (Sicurezza Cantieri, Blumatica DPI and Safety Manager Lex ..) or building regulations (Codice dell'Edilizia).

In the U.S. there are many applications of calculations of building elements (HandyMate, Home Builder Pro Calcs, Beam Tools, Blank Stair ...), control of works (Toodledo, Control Center 7) or inspection (Home Inspection).

In France we find related concrete structures harmado (RC ULS Analysis

## **Status of market saturation**

We can find several applications in engineering and construction marketplace for "smartphones" and "tablets", however, compared with the nature of other applications find limited presence of applications to be used as technical tools, and above all, most existing, have poor quality.

Among the various tasks in the process of developing and implementing a construction project found that the fewer in the market gift budgets applications and building certificates.

### 2.5.3 *Conclusions of the study competition*

The construction-related applications are becoming more important in the market of the mobile applications, in particular CAD and structural design applications.

But it is significant that now there is no applications for managing budgets for such devices like use to be for PCs. In spite of potential of these devices and the popularity, there is not exists a viable and economic application to view or make budgets and building certificates with standard format support BC3.

Some applications have the budgets in a web service, and, through the mobile browser, you can access the budgets, such as SQL WORKS DISTRITOK. But it is expensive and does not give a full implementation with mobile devices, because this application uses an own server.

### 2.5.4 Analysis software budgeting

After market research, we have chosen to implement a budget management and work certifications application. But before starting the application development we have analyzed the performance of Budgeting Software for PCs.

There are many construction Budgeting Software as PC as Presto, Archimedes, Memphis, Champion Plus, Arksoft, Construbit, Gest, m4PRO, Metroplus, Opus, Premeti, Preyme, SISPRE, WinMYDAS, etc. ..

Generally most programs have the same displaying structure. The main element is a list showing the first concepts of the budget and we can access the different levels by expand the list (tree) or by pricing hierarchy. Measurements are shown as a separate list or next to the data concept and where you can add values to the different dimensions of a concept (length, width, height and number), enter a description and add a mathematical formula.

It displays another view to make certifications with all the details pertaining to the certification concepts.

It also has a number of input, editing and deleting concepts tools, to set the overall budget data and print reports.

They have support of the standard exchange format databases for construction (BC3) allowing exchange data from one to another application. This feature is essential in construction budgeting software.

#### Analysis of the data processing

If you enter the same data in different applications budgeting, it would be normal that we obtain the same values in both. But there remain conflicts for interpretation between different programs.

To analyze this situation, the following budget has been created (Figure 10) in two of the budgeting applications most used in the sector: Presto and Archimedes.

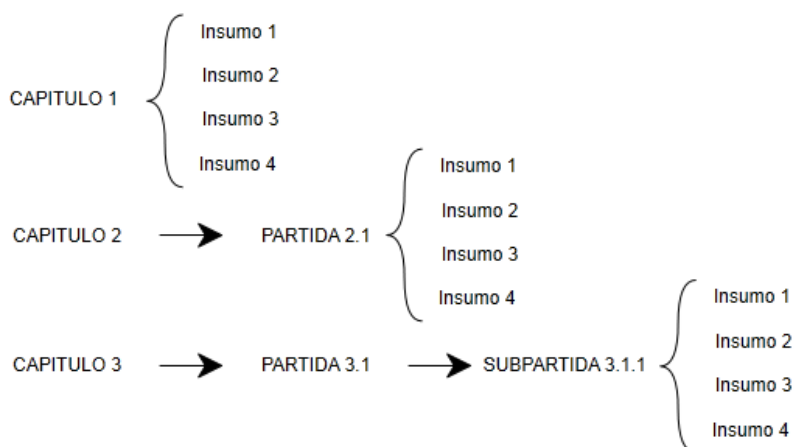


Figura 12. Estructura del presupuesto de análisis

Concepts \_unitary are repeated (same code) at the three sections of the budget, have an amount of € 1.00 each and are in different hierarchies. Indirect cost percentage sum 10% of budget costs. Next, the result obtained of the budget developed at the two programs can be observed at figure 11.

PR..	1,00	13,20	13,20
C1 CAPITULO 1	1,00	4,40	4,40
AA1 Insumo 1	1,00	1,10	1,10
AA2 Insumo 2	1,00	1,10	1,10
AA3 Insumo 3	1,00	1,10	1,10
AA4 Insumo 4	1,00	1,10	1,10
C2 CAPITULO 2	1,00	4,40	4,40
S2.1 SUBCAPITULO 1 del CAP 2	1,00	4,40	4,40
AA1 Insumo 1	1,00	1,10	1,10
AA2 Insumo 2	1,00	1,10	1,10
AA3 Insumo 3	1,00	1,10	1,10
AA4 Insumo 4	1,00	1,10	1,10
C3 CAPITULO 3	1,00	4,40	4,40
P3.1 partida 1 del CAP 3	1,00	4,40	4,40
P3... Subpartida 1 de la partida	1,000	4,00	4,00

Figura 13. Presupuesto desarrollado con Arquímedes(Izq.) y Presto (dcha.)

This shows the following circumstances:

- The total budget is € 13.20 Archimedes and € 13.64 on Presto.
- With price calculation algorithm of Presto, indirect costs are accounted for in the work consignment at each level of the budget while Archimedes is considered only at a level of work consignment.
- In Presto can vary the total budget value only depending on its structure. That is, if you change the type of concept to P3.1 and P3.1.1 chapter, the amount of the item varies from € 4.00 (Chapter - Chapter), 4.40 € (Chapter - Part) or € 4.84 (part - part). The result is unchanged Archimedes.
- Also at Archimedes is impossible to create inputs within a chapter (which counts as a round lump), while from the Presto itself allowed.
- Finally the maximum levels at the budget structure is defined at Archimedes since its creation, while there is no such limitation Presto

In conclusion, Presto is a program that provides more freedom but their calculations are affected, while Archimedes has a more rigid structure budget but with more predictable results.

To examine the application developed is an algorithm for calculating indirect costs to present the results similar to those obtained at Archimedes but with more freedom on the structure of the budget.





## DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

A través del estudio desarrollado en la primera parte, hemos obtenido las bases para desarrollar una aplicación que represente una herramienta útil para los técnicos de obra y se adapte a las necesidades analizadas.

En este capítulo, más técnico, hablaremos de los diferentes módulos que componen la aplicación y de qué manera interactúan unos con otros para almacenar, calcular, mostrar en pantalla y editar los datos de un presupuesto.

De esta manera podremos ver de una manera más específica que función realiza cada uno de los módulos y como trasladar los cálculos propios de un presupuesto de obra a una aplicación automatizada. Este apartado, analiza la implementación del proyecto a nivel técnico pero procurando ser entendido sin ninguna necesidad de haber programado.

### 3.1 REQUISITOS DEL SISTEMA

La aplicación consta un requisito básico predefinido desde un principio: se ha planteado para funcionar en teléfonos móviles o “tablets” con la versión 2.3 de Android o superior.

Por otro lado es recomendable que la pantalla del teléfono sea de al menos 4 pulgadas, para poder visualizar bien la interfaz.

## 3.2 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Como ya hemos comentado antes, la funcionalidad principal del programa es la de realizar presupuestos y certificaciones de obra. Para el correcto desempeño de las funciones para las que ha estado diseñada es necesario que la aplicación cumpla unos requisitos funcionales.

### Generales

- Navegar entre las opciones para trabajar.
- Navegar por todos los proyectos y presupuestos guardados.
- Incorporar asistencia para explicar su funcionamiento.

### Del presupuesto.

- Leer y guardar todos los datos en una base de datos.
- Importar ficheros de presupuestos en un formato estándar (FIEBDC) a través de la memoria del dispositivo.
- Mostrar los datos del presupuesto de forma clara y ordenada.
- Ofrecer herramientas para crear nuevas unidades de obra y modificar las existentes.
- Introducir cantidades por mediciones.
- Calcular los precios e importes de las partidas a medida que se desarrolla o modifica el presupuesto.

### De las certificaciones

- Mostrar una visión general del estado de las certificaciones
- Mostrar una visión en detalle de cada certificación.
- Certificar partidas por cantidades, porcentajes o mediciones.
- Editar precios contradictorios.
- Crear partidas no contabilizadas en el presupuesto.
- Calcular el importe de las certificaciones.

### De los informes

- Crear el informe del presupuesto y mediciones.
- Crear el informe del estado de las certificaciones.
- Crear el informe de la certificación parcial y a origen.
- Desarrollar los informes en algún formato de visualización estándar (PDF).
- Escoger donde guardar el fichero en la memoria del dispositivo.

### 3.3 FASES DEL DESARROLLO

En la primera fase del desarrollo se ha llevado a cabo una investigación acerca de la plataforma Android, estudiando las principales características de la misma como la arquitectura, librerías, framework de desarrollo, etc. Una vez terminado el estudio de la plataforma se pusieron en práctica los conocimientos adquiridos acerca de la misma, mediante la realización de distintos tutoriales sencillos y la evaluación del código de distintas aplicaciones.

En la siguiente fase, se desarrolló la aplicación con las siguientes etapas:

1. Configuración del entorno.
2. Análisis
  - a. Análisis de los programas de presupuestos
  - b. Análisis del formato BC3
3. Implantación de la lectura del formato
  - a. "Input stream": Entrada de los datos del proyecto.
  - b. Desarrollo de la estructura de la base de datos.
  - c. Añadir una interfaz gráfica para seleccionar el fichero BC3
  - d. "Thread": Desarrollar los métodos de incorporación de los datos a la Base de datos.
4. Diseño e implementación de la interfaz gráfica.
  - a. Diseño de la aplicación.
  - b. Implantación de los algoritmos de formato de la vista de los datos.
  - c. Implantación de los algoritmos de la navegación por partidas.
  - d. Implantación de los demás módulos de la interfaz (Proyectos, presupuestos, usuario, etc.)
5. Cálculos
  - a. Algoritmos de edición de datos desde la interfaz a la base de datos
  - b. Algoritmos de cálculo de actualización de precios.
6. Módulo de mediciones.
  - a. Implantación de una biblioteca para el cálculo de ecuaciones (BeanShell<sup>4</sup>)
  - b. Algoritmos de los cálculos de mediciones.
7. Implantación del módulo de certificación
8. Implantación del módulo de exportación a PDF
  - a. Implantación de una biblioteca para transformar código a PDF (droidText<sup>5</sup>)
  - b. Algoritmos de configuración de la página.
9. Testeo
10. Mejoras de interfaz y rendimiento.

<sup>4</sup> BeanShell es una biblioteca Java, de licencia libre, que permite interpretar la sintaxis estándar de secuencias de comandos comunes. En este caso se ha utilizado para interpretar expresiones matemáticas escritas en código en un valor numérico.

<sup>5</sup> DroidText es la versión libre de la librería iText, que permite crear ficheros PDF mediante el uso de comandos en Java.

### 3.4 ESTRUCTURA DEL ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS.

Los datos de específicos de cada presupuesto así como los datos generales de la aplicación, se almacenan en tablas de una base de datos SQLite<sup>6</sup> dentro de la memoria interna del dispositivo móvil.

#### 3.4.1 *Tablas generales de la aplicación.*

##### **Tabla de proyectos**

Aquí se almacenan los datos generales del proyecto de edificación proporcionados por el usuario en el momento de crear un nuevo proyecto. Cada proyecto ocupa una nueva fila en la tabla donde se almacena el nombre del proyecto, la dirección de la obra, ciudad, código postal, datos de la constructora, del promotor, de los responsables de obra, etc.

Cada proyecto tiene un código único autogenerado para poder acceder a los datos en el caso de duplicar proyecto.

##### **Tabla de presupuestos**

Se utiliza para guardar los porcentajes de costes aplicados a la totalidad del proyecto y las fechas de cada fase certificada.

También se guarda una relación entre el código específico para cada presupuesto y el código de cada proyecto. Esto proporciona poder añadir más de un presupuesto por obra.

##### **Tabla de usuario**

Esta tabla almacena los datos del usuario encargado de cada proyecto. Estos datos son utilizados en la redacción de informe. La aplicación permite generar varios perfiles de usuario, para poder utilizar un mismo dispositivo por varios trabajadores.

##### **Tabla de formulas**

En ella se almacenan las expresiones matemáticas y variables de las formulas predefinidas empleadas para el cálculo de mediciones.

---

<sup>6</sup> SQLite es una biblioteca de software que implementa un motor de base de datos autónomo, sin servidor y transaccional. El código fuente de SQLite es de dominio público siendo de los más implementados en el mundo, incluyendo la mayoría de aplicaciones Android.

### 3.4.2 Tablas específicas de cada presupuesto

Para cada presupuesto se genera dos tablas, utilizando el código del presupuesto y añadiendo el apéndice “\_CONCEPTOS” y “\_CERTIFICACIONES” para nombrarlas.

#### a) Tabla de conceptos

Esta tipología de tabla almacena todos los campos de un presupuesto creado o procedentes de un archivo .bc3, catalogados por conceptos.

CODIGO	UNID	RESUMEN	PRECIO	PRECIO_CERT	AUT	FECHA	TIPO	CODIGO_HIJO	CANTS
01#		MOVIMIENTO DE TIERRAS	35124,18		1	310100	0	E02AM010\E02CM030\E02EM	69.2\2010\18.8\234\73\
02#		RED HORIZONTAL DE SANEAMIE	5193,62		1	201197	0	E03ALA010\E03ALA020\E03A	14\4\4\2\1\18.3\12.2\8.
03#		CIMENTACIONES	64089,62		1	310100	0	E04CM040\E04CA060\E04SA	33.4\213.1\659\659\88.
04#		ESTRUCTURAS	493926,36		1	310100	0	E05HSA010\E05HVA030\E05I	201\230\108\6260\7.77\

Figura 14. Fragmento de la tabla "conceptos" de un presupuesto generada por la aplicación

Tabla 1: Estructura de la tabla conceptos

CAMPO	TIPO (máx.)	DESCRIPCION
<b>Código</b>	TEXT (20)	Código único de cada concepto.
<b>Unidad</b>	TEXT(5)	Unidad de medida.
<b>Resumen</b>	TEXT	Resumen de la partida.
<b>Precio</b>	MONEY	Precio de la partida.
<b>Precio Cert.</b>	MONEY	Precio aplicado a la certificación. Nulo por defecto. En caso nulo se usa el campo precio.
<b>Auto-Precio</b>	BOOLEAN	Variable booleana (1/0) para definir si el precio de una partida es alzado (0) o viene definido por su descompuesto (1).
<b>Fecha</b>	INTEGER	Fecha en número de inserción de la partida en el presupuesto.
<b>Tipo</b>	INTEGER(1)	Tipo de tipo de concepto almacenado como número; partidas y capítulos (0), mano de obra (1), maquinaria (2) y material (3).
<b>Código Hijo</b>	TEXT	Relación de códigos de partidas que componen el concepto separadas por “\”. En caso nulo ese concepto no dispone de partidas descompuestas.
<b>Cantidades</b>	TEXT	Relación de cantidades de cada código de partida, que componen el concepto descompuesto, separadas por “\”.
<b>Texto</b>	TEXT	Descripción detallada asociada al concepto
<b>Mediciones</b>	TEXT	Cantidades de la medición separadas por “ ” Estructura: fórmula\A\B\C\D En caso de que un concepto se aplique en el descompuesto de varios conceptos, con mediciones distintas estas son separadas por “ ” identificadas por código.

**b) Tabla certificación**

En esta tabla se almacenan las certificaciones de cada concepto por fases.

FASE	CODIGO	CODIGO_PADRE	CANT_CERT	TOTAL_CERT	MEDICIONES_CERT
0	A1c	H#	4928.0	251525.12	
0	H#	PROYECTO1##	0.0	251525.12	
0	PROYECTO1##		0.0	251525.12	
0	\$SSD	PROYECTO1##	0.0	0.0	
1	A1c	H#	4928.0	0.0	\\112\44\\

Figura 15. Fragmento de la tabla "certificación" de un presupuesto generada por la aplicación

Tabla 2: Estructura de la tabla certificación

CAMPO	TIPO (máx.)	DESCRIPCION
<b>Fase</b>	INTEGER	Número entero de fase certificada. En fase 0 se almacena el total
<b>Código</b>	TEXT(20)	Correspondencia con el código del concepto.
<b>Código padre</b>	TEXT(20)	Relación del concepto superior a la partida certificado. Esta relación se usa para diferenciar el concepto certificado en las partidas donde se pueda usar.
<b>Importe cert.</b>	MONEY	Importe certificado generado por el precio de los insumos certificados dentro del capítulo.
<b>Cantidad cert.</b>	DECIMAL	Cantidad certificada de las partidas certificables. No se considera en los capítulos.
<b>Mediciones</b>	TEXT	Mediciones de las cantidades certificadas en una fase.

### 3.5 ANÁLISIS DEL FORMATO BC3

En la aplicación desarrollada se ha implementado un sistema de importación de archivos del Formato de Intercambio Estándar de Bases de Datos para la Construcción (FIE-BDC), con la extensión BC3.

Este formato establece un protocolo estándar, el cual se ha adoptado en la mayoría de programas informáticos de presupuestos, mediciones de obra y certificaciones, permitiendo la interoperabilidad entre estos programas.

Para conseguir esto se ha realizado un análisis sobre las especificaciones del formato.

#### 3.5.1 Especificaciones generales del formato

- La extensión del archivo es .bc3, sin distinguir entre mayúsculas y minúsculas.
- El archivo contiene toda su información en caracteres «ANSI» con codificación cp1252.
- Cada archivo está dividido en registros. Estos registros se delimitan con el carácter que indica el principio de cada registro «~» (ASCII-126).
- Cada registro está dividido en campos delimitados por el carácter «|» (ASCII-124), ignorando el texto dispuesto entre el ultimo separador de campos «|» de un registro y el carácter indicador de nuevo registro «~»
- A su vez campo puede estar o no dividido en campos delimitados por el carácter «\» (ASCII-92).
- El primer campo de cada registro es una letra mayúscula que indica el tipo de registro.

### 3.5.2 Tipos de registro

El formato BC3, guarda los datos en diferentes tipos de registro, cada uno específico para cada tipo de información que se genera en un presupuesto de obra.

#### Registro tipo K. Coeficientes de redondeo y porcentajes

```
~K | CI \ GG \ BI \ BAJA \ IVA | DRC \ DC \ \ DFS \ DRS \ \ DUO \ DI \ DES \ DN \ DD \ DS \ DSP \ DEC  
 \ DIVISA \ | [n] |
```

Indica el número de decimales en cada campo numérico y los porcentajes aplicados sobre el presupuesto.<sup>7</sup>

#### Registro tipo C. Conceptos del presupuesto y base de precios

```
~C | CODIGO | UNIDAD | RESUMEN | PRECIO | FECHA | TIPO |
```

Este registro contiene la información básica de los conceptos de la obra.

CODIGO: Código único de cada concepto.

UNIDAD: unidad de medida del concepto.

RESUMEN: resumen o texto descriptivo

PRECIO: precio del concepto.

FECHA: fecha de introducción de superficie.

TIPO: tipo de concepto (capítulo, partida, mano de obra, material o maquinaria).

#### Registro tipo D. Descomposiciones

```
~D | CODIGO_PADRE | < CODIGO_HIJO \ FACTOR \ RENDIMIENTO \ > |
```

En este registro se define la estructura del presupuesto y la descomposición de los precios.

CODIGO\_PADRE: código del concepto descompuesto.

CODIGO\_HIJO: códigos de cada concepto que interviene en la descomposición.

FACTOR: Factor de rendimiento, por defecto 1.0 (se desaconseja su uso).

RENDIMIENTO: Cantidades de cada concepto hijo que intervienen en la descomposición de otro de mayor rango.

<sup>7</sup> La aplicación no implementa el número de decimales considerado en el archivo .bc3, de momento se consideran 3 o 2 posiciones decimales para el cálculo del redondeo. Sí que consideran los porcentajes indirectos aplicados sobre el presupuesto.



**Registro tipo M. Medición**

~M   CODIGO_PADRE \ CODIGO_HIJO   { POSICION \ }   MEDICION_TOTAL   { TIPO \ COMENTARIO \ UNIDADES \ LONGITUD \ LATITUD \ ALTURA \ }   [ETIQUETA]
--

En este registro figuran las mediciones detalladas de cantidades de la descomposición de conceptos.

Se almacena la paridad CODIGO\_PADRE \ CODIGO\_HIJO debido a que un mismo concepto puede estar incluido en diferentes conceptos padre, con distintas cantidades y, por consiguiente, con distintas mediciones.

El campo TIPO indica si el campo COMENTARIO se considera una expresión matemática (3) o solo un comentario (0) sobre la línea de medición.

**Registro tipo T. Texto largo**

~T   CODIGO_CONCEPTO   TEXTO_DESCRIPTIVO
--

Este registro contiene el texto descriptivo de un concepto

CODIGO\_CONCEPTO: CODIGO del concepto descrito

TEXTO\_DESCRIPTIVO: Texto descriptivo del concepto sin limitación de tamaño, para ampliar la información del resumen.

**Otros registros del formato**

- ~V. Registro tipo Propiedad y VERSION.
- ~K. Registro tipo Coeficientes.
- ~Y. Registro tipo Añadir Descomposición.
- ~P. Registro tipo Descripción Paramétrica.
- ~L, ~Q, ~J. Registro tipo Pliegos.
- ~W. Registro tipo Ámbito Geográfico.
- ~G. Registro tipo INFORMACION Gráfica.
- ~E. Registro tipo Entidad.
- ~O. Registro tipo Relación Comercial.
- ~X. Registro tipo INFORMACION Técnica.
- ~N. Registro tipo Añadir Mediciones.
- ~A. Registro tipo Claves.
- ~B. Registro tipo Cambio de CODIGO.
- ~F. Registro tipo Documento Adjunto.

### 3.6 PROCESO DE LECTURA DE FIEBDC

En la siguiente figura se puede ver el algoritmo de lectura de un fichero en formato BC3 que efectua la aplicación desarrollada.

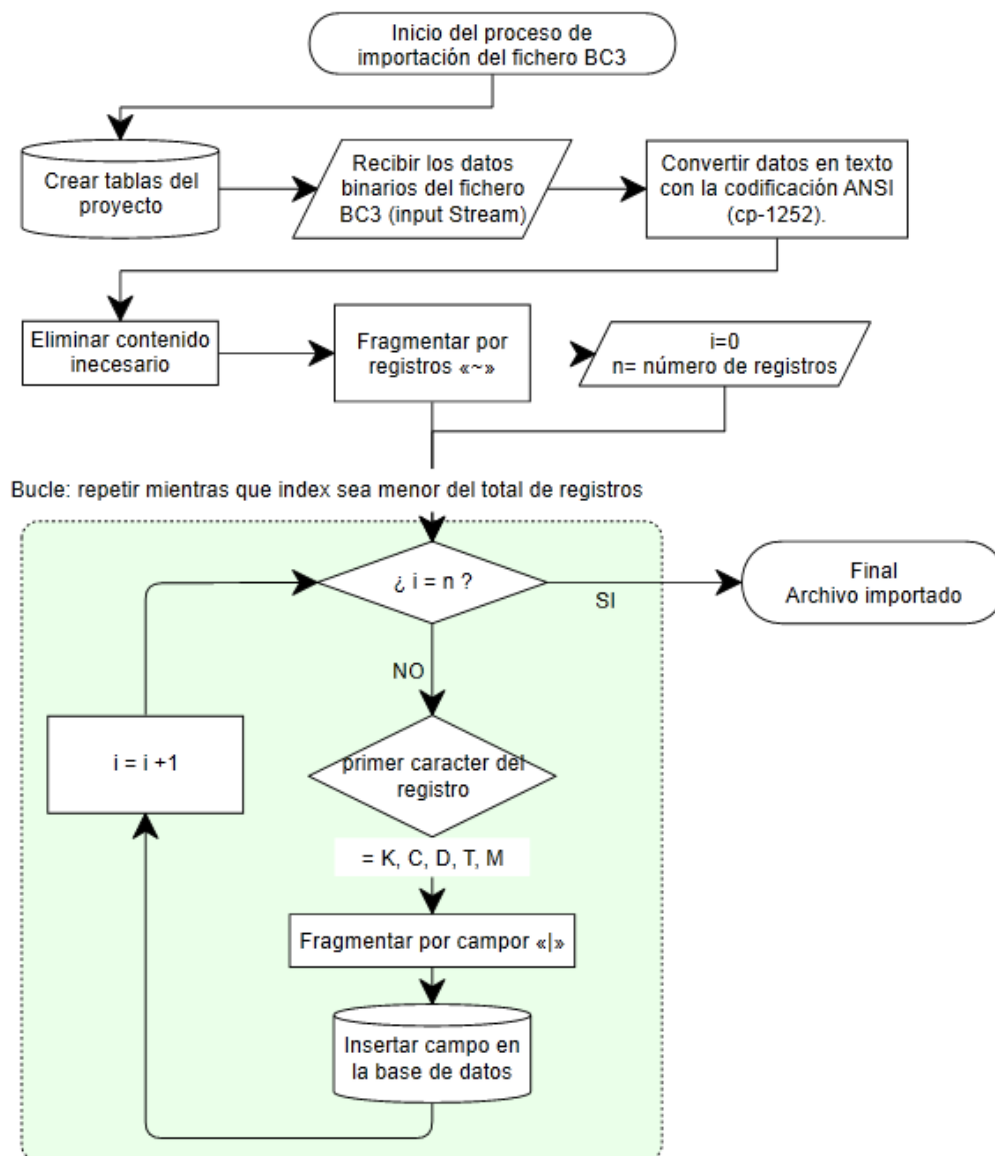


Figura 16. Diagrama de flujo del proceso de lectura de un fichero BC3

Primero se generan las tablas específicas del presupuesto. A continuación se reciben los datos binarios del archivo .bc3 (input stream) y se transforman en una cadena de texto aplicando la codificación ANSI (cp-1252). Se eliminan los caracteres blancos (ASCII-32), tabuladores (ASCII-9) y de fin de línea (ASCII-13 y ASCII-10), delante de los delimitadores «~», y «|», delante del primer registro y al final del archivo.

A continuación se fragmenta el contenido del texto por el delimitador «~» para formar un grupo de cadenas de texto con la información de cada registro. Se analiza de forma secuencial la primera letra de cada registro, donde indica el tipo de registro que es (concepto, descompuesto, medición...). En cada registro se fragmenta el contenido en campos por el delimitador «|» y, si es necesario también por «\». Se inserta cada campo en su celda correspondiente de la base de datos.

### 3.6.1 Ejemplo esquemático de las partes de un fichero BC3

```

~K | \2\3\2\2\2\2\EUR\ | 6 |
~C | CAP1# | | 1 Capítulo | 6611.59 | 141212 | 0 |
~D | CAP1# | PAR11\1\12\PAR12\1\38.45\ |
~C | CAP2# | | 2 Capítulo | 3249.45 | 141212 | 0 |
~D | CAP2# | SUB\1\1\ |
~C | MAQ | | Maquinaria 1 | 8.5 | 141212 | 2 |
~C | MAT | m3 | Material 1 | 45.36 | 141212 | 3 |
~C | MAT2 | m2 | Material 2 | 1.2 | 141212 | 3 |
~C | MO | h | Mano de obra 1 | 15.6 | 141212 | 1 |
~C | MO2 | h | Mano de obra 2 | 13.4 | 141212 | 1 |
~C | PAR11 | m | Partida 1 dentro del capítulo 1 | 26.37 | 141212 | 0 |
~D | PAR11 | MAT\1\0.3\MAQ\1\0.4\MO\1\0.6\ |
~C | PAR12 | m2 | Partida 2 dentro del capítulo 1 | 153.99 | 141212 | 0 |
~D | PAR12 | MAT\1\0.8\MAQ\1\1\MO\1\7\ |
~C | PAR21 | | Partida 1 dentro del Subcapítulo | 15.44 | 141212 | 0 |
~D | PAR21 | MAT2\1\9\MO\1\0.1\MO2\1\0.23\ |
~C | PROYECTO## | | | 9861.04 | 141212 | 0 |
~D | PROYECTO## | CAP1\1\1\CAP2\1\1\ |
~C | SUB# | | Subcapítulo dentro del capítulo 2 | 3249.45 | 141212 | 0 |
~D | SUB# | PAR21\1\1\98.5\ |
~T | MAT2 | Texto largo explicativo del "material 2". |
~M | CAP1#\PAR11 | 1\1\ | 12 | 3\ (b+c)/2\1\1.5\2.5\6\ |
    
```

Figura 17. Texto contenido dentro un fichero BC3

Tabla 3: Conceptos del fichero. Indicativo “~C”

CODIGO	FECHA	TIPO	UD.	RESUMEN	PRECIO
CAP1#	141212	0		1 Capítulo	6611.59
CAP2#	141212	0		2 Capítulo	3249.45
MAQ	141212	2		Maquinaria 1	8.5
MAT	141212	3	m3	Material 1	45.36
MO	141212	1	h	Mano de obra 1	15.6
MO2	141212	1	h	Mano de obra 2	13.4
PAR11	141212	0	m	Partida 1 dentro del capítulo 1	26.37
PAR12	141212	0	m2	Partida 2 dentro del capítulo 1	153.99
PAR21	141212	0		Partida 1 dentro del Subcapítulo	15.44
PROYECTO##	141212	0			9861.04
SUB#	141212	0		Subcapítulo dentro del capítulo 2	3249.45

Tabla 4: Tabla esquemática del descompuesto del concepto CAP1#. Indicativo “~D”

COD PADRE	COD HIJO	FACTOR	REND.	PRECIO	IMPORTE
CAP1#	PAR11	1	12	26.37	335.40
CAP1#	PAR12	1	38.45	153.99	6276.19
					6611.59

Tabla 5: Tabla esquemática del descompuesto del concepto PAR11. Indicativo “~D”

PAR11	MAT	1	0.3	45,36	13,61
PAR11	MAQ	1	0.4	8,50	3,40
PAR11	MO	1	0.6	15,60	9,36
					26,37

Tabla 6: Tabla esquemática del descompuesto del concepto PAR12. Indicativo “~D”

PAR12	MAT	1	0.8	45,36	36,29
PAR12	MAQ	1	1	8,50	8,50
PAR12	MO	1	7	15,60	109,20
					153,99

Tabla 7: Tabla esquemática las mediciones de PAR11 dentro de CAP1#. Indicativo “~M”

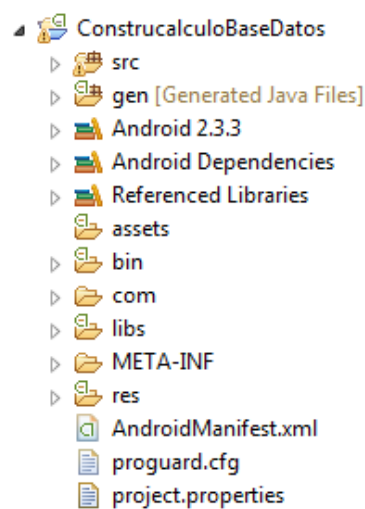
COD PADRE	COD HIJO	TIPO	COMENT.	N.	LONG.	ANCH	ALT	PARCIALES
CAP1#	PAR11	3	(b+c)/2	1	1.5	2.5	6	12
								12

### 3.7 Introducción al lenguaje de programación

En esta pequeña introducción se explicará de forme breve los principios de programación en Android, para poder entender los algoritmos empleados para calcular los precios, mostrar los datos de la base de datos en pantalla, etc.

La programación para Android se desarrolla con dos lenguajes principales: Java para el núcleo lógico y XML para la interfaz.

Todos los archivos que contienen el código fuente se almacenan en carpetas estructuradas dentro de la aplicación.(Figura 18)



*Figura 18. Carpetas de ficheros de una aplicación Android*

Todos los archivos java que forman parte del núcleo del código de la aplicación se guardan en la carpeta “src”.

En la carpeta “res” se guardan los recursos de la aplicación, como son las imágenes y los archivos .XML con el código de la interfaz gráfica.

### 3.7.1 Interfaz gráfica XML.

Como hemos comentado antes, la interfaz está desarrollada en lenguaje XML. La estructura de la interfaz de cada "actividad" diferente que vemos en la aplicación está contenida en un archivo XML. En este archivo se escribe todos los elementos que se ven en pantalla, las propiedades que tienen (ancho, alto, texto, fondo, imágenes, orientación...) y la estructura en la que están contenidos estos elementos (layouts). Podemos ver un ejemplo del código y el resultado que obtenemos en la Figura 19.

```
<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:orientation="vertical"
    android:background="@color/azul_principal" >

    <TextView
        android:id="@+id/texto"
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="texto del textView"/>

    <EditText
        android:id="@+id/editText1"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"/>

    <Button
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="texto del botón"
        android:id="@+id/boton1"/>

</LinearLayout>
```



Figura 19. Código XML (izqda.) e interfaz resultante (drcha.)

A cada elemento se le puede asignar un nombre o identificación ( id ) para poder reconocerlo y asignarle las instrucciones que definan el comportamiento dentro del código java.

### 3.7.2 Núcleo. JAVA

Además de la interfaz que veremos en la pantalla, se le tienen que escribir las instrucciones que definan el comportamiento de cada elemento. En Android toda la infraestructura lógica se escribe en lenguaje Java.

Java tiene como todos los lenguajes de programación sus propias características para describir algoritmos, es decir, sus propios fundamentos del lenguaje. Este apartado no pretende ser una descripción exhaustiva, sino una base para poder "expresarnos". Explicaremos de manera muy breve, tres conceptos fundamentales.

#### a) Clases.

Las clases marcan la estructura básica de un programa desarrollado en Java. Una clase es una colección de datos y funciones para operar con ellos.

Lo normal es que cada clase vaya incluida en un único fichero .class (dentro de la carpeta "src") pero también puede haber varias clases en un mismo fichero.

Lo que define una clase es la cabecera y lo que va entre corchetes.

```
class Presupuesto extends Activity{  
    //Todo el código de la clase se escribe aquí  
}
```

Las clases pueden heredar el "comportamiento" (atributos y métodos) como si fueran propios extendiendo a otras clases. Un ejemplo podría ser que la clase "gato" extiende a la clase "felino", heredando las características propias de estos animales.

Uno de los más destacables en Android son las "Activities" o Actividades.

Las actividades se caracterizan por presentar una interfaz visual con la que los usuarios pueden interactuar para realizar una tarea es decir cada una de las pantallas que conforman la aplicación. Cada "Activity" carga una interfaz creada en XML y asocia las funciones para realizar tareas.

En este caso, la clase "Presupuesto" extiende a la clase "Activity", quiere decir que es una actividad de la aplicación.

Primero se suelen declarar las variables internas de esa clase y después se definen los métodos que dispondrá la clase.

### b) Variables.

Una variable es un valor guardado al que se le asigna un nombre. Todas las variables han de declararse antes de usarlas. La declaración consiste en una sentencia en la que figura el tipo de dato y el nombre que asignamos a la variable. Una vez declarada se pueden asignar valores. Por ejemplo:

```
String nombre;  
nombre= "Eugenio";
```

En la primera línea hemos declarado una variable de tipo “String” que denominamos nombre. En la segunda línea le asignamos el valor “Eugenio” a la variable nombre.

Las variables tipo “String” son variables que almacenan cadenas de TEXTO. Existen muchos tipos de variables y otras que podemos crear nosotros. Algunas de las más importantes están definidas en la siguiente tabla

Tabla 8: Variables primitivas en Java

String	Cadena de texto
int	Número entero
float	Número decimal
double	Número decimal con más precisión
boolean	Variable booleana (true, false)

Se puede agrupar varias variables de elementos del mismo tipo como un vector (llamado del inglés “array”). Desde el punto de vista lógico un vector se puede ver como un conjunto de elementos ordenados en fila. Para declarar un “Array” sólo hay que añadir unos paréntesis rectos al nombre.

```
int[] x;  
x[] = new int[8];
```

En la primera línea se declara un grupo de variables de tipo entero llamado “x[]”. En la segunda línea se define que el grupo “x[]” es un nuevo grupo de enteros con 8 ítems. Para definir el valor de cada ítem se pone el índice dentro de los paréntesis rectos al lado del nombre (empezando por el 0).

```
x[0] = 3;  
x[1] = 0;  
x[2] = 83;  
x[3] = 5029;  
...  
x[7] = 36;
```

→ El valor del grupo de variables “x” en posición [0] es 3

**c) 3. Métodos.**

Los métodos son un conjunto de operaciones agrupadas. A un método se le pueden introducir variables llamadas parámetros y puede tener una variable de salida (retorno). Por ejemplo:

```
double suma(double x, double y){  
    double z= x + y;  
    return z;  
}
```

En el método “suma” se le pueden pasar dos números decimales como parámetro (x,y) y nos devuelve la variable z , que es la suma de los dos parámetros.

Por ejemplo para asignar el valor de en las variables “a”, “b” y “c” llamamos al método suma y obtener dicho valor de la suma de los parámetros pasados al método.

double a = suma(1, 2)	→ a = 3
double b = suma(4, 8)	→ b = 12
double c = suma(3.5 , 2.23)	→ c = 5.73



### 3.7.3 Clases de la aplicación

Como hemos adelantado en la introducción lo que se pretende con la utilización de clases es agrupar las funciones.

Las clases que se han creado para la aplicación son las siguientes.

- 1) Clases Activities: Una de esas funciones es la de crear las diferentes pantallas en la aplicación. Cada una de estas clases define el aspecto y el comportamiento de las pantallas que se muestran en el dispositivo.
  - a. Clase Main – Define la pantalla del menú principal que aparece al abrir la aplicación y se definen los métodos para llevarnos a las distintas Activities al pulsar sobre los iconos.
  - b. Clase Proyectos – Clase donde está definida la pantalla Proyectos y sus métodos.
  - c. Clase Presupuestos – Clase donde está definida la pantalla Presupuestos del proyecto y sus métodos.
  - d. Clase Presupuesto – Clase donde está definida la pantalla Presupuesto y sus métodos. En esta pantalla se carga el presupuesto seleccionado.
  - e. Clase Cert – Clase donde está definida la pantalla Certificación y sus métodos.
  - f. Clase Mediciones – Clase donde está definida la pantalla Mediciones y sus métodos.
  - g. Clase Explorador – Clase donde está definida la pantalla Explorador de archivos y sus métodos.
  - h. Clase Usuario – Clase donde está definida la pantalla Nuevo Usuario y sus métodos.
  - i. Clase NuevoProyecto – Clase donde está definida la pantalla Nuevo Proyecto y sus métodos.
- 2) Clases Dialog: Estas clases contienen el aspecto y los métodos que realizan cada uno de los cuadros de diálogo que aparecen en la aplicación.
- 3) Clases de ayuda: En este grupo clases se definen métodos que se suelen utilizar en más clases para no tener que escribirlos en cada una de ellas.
  - a. Clase BaseDatos – Se encarga de hacer las operaciones más habituales de conexión con la base de datos.
  - b. Clase Calculator – En esta clase se escriben los métodos que se encargan de hacer cálculos matemáticos, como puede ser el cálculo de mediciones, precios etc.
  - c. Clase Edición – Clase intermediaria para editar campos de la base de datos.

- 4) Clases FILA: Estas clases agrupan los datos necesarios para mostrar una fila de un concepto. (Figura 20).
- a. FilaPres – Esta clase almacena las variables de cada fila del presupuesto, como son: el código, el título de la partida, la cantidad, la unidad, el precio, el importe y el tipo de concepto que es.
  - b. FilaCert – Esta clase almacena las mismas variables que FilaPres, pero añadiendo también, la cantidad certificada y el precio de la certificación.
  - c. FilaMedición – Esta clase almacena las variables de longitud, altura, anchura, cantidad y fórmula.
  - d. FilaFase – Esta clase almacena las variables de cada cantidad certificada en cada fase de certificación.

FilaPres				
H.A.HA-25/P/20 E.MAD.LOS.INCL.				
7,77 m3	1	314,00 €		2.439,81 €
FilaCert				
DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA				
69,2 m2	1	0,54 €		37,41 €
37,9 m2	55%	0,54 €		20,49 €
FilaFase				
fase 2	25.0	36%		12.75
FilaMedición				
(b+c)/2				
1	3	4		3.5

Figura 20. Ejemplo de los datos de los diferentes objetos FILA mostrados por la interfaz

- 5) Clases Adaptadores: Las clases FILA almacenan los datos de cada fila, pero para que los datos tengan una buena disposición en pantalla se necesita un adaptador. Desde esta clase, se dan las instrucciones para asociar los datos del objeto FILA a su lugar correspondiente de cada fila con su aspecto definido en un archivo XML.
- 6) Clases PDF: Estas clases contienen los métodos para imprimir los datos del presupuesto en un fichero PDF. Para crear los PDF se ha importado una librería externa llamada “droidText” que permite configurar el contenido de un PDF mediante instrucciones de código.

### 3.8 MÓDULOS DE LA APLICACIÓN.

Para entender la actividad de la aplicación es preciso entender el funcionamiento de algunos de sus módulos.

Podemos distinguir dos tipos de módulos, los módulos de la interfaz gráfica y los módulos de cálculo.

Los módulos de la interfaz gráfica se encargan de transformar la información de las tablas de la base de datos en contenido para mostrar en pantalla y contener las funciones para interactuar con los elementos mostrados. Este módulo se ha desarrollado para tener un uso ágil e intuitivo.

Los módulos de cálculo desarrollan todas las operaciones matemáticas del presupuesto, las mediciones y la certificación. Los cálculos en un presupuesto implementados en un aplicativo no se tratan solo de sumas restas y multiplicaciones. Existen gran cantidad de operaciones y factores lógicos que analizar a la hora de realizar un presupuesto para que sea preciso y versátil en todas sus variaciones.

### 3.8.1 Módulos de la interfaz gráfica.

La interfaz más importante de la aplicación es la que nos permite ver y editar los datos de los presupuestos y las certificaciones, es decir la “Activity” presupuesto y “Activity” certificación.

Los datos del presupuesto que se muestran en pantalla se obtienen de las tablas dentro de la base de datos (Figura 21). Como se ha explicado en el capítulo 2.3 estructura del almacenamiento de los datos, cada presupuesto se almacena en unas tablas que identificadas por el código o id del presupuesto.

La interfaz se ha pensado para mostrar estos datos de forma agradable y comprensible para el usuario. En la “Activity” presupuesto (Figura 22) se muestra un concepto principal en la parte superior (1) y una lista de partidas que forman parte de la descomposición del precio (2).

CODIGO	UNIDAD	RESUMEN	PRECIO	TIPO	CODIGO_HDO	CANTS	TEXTO
01#		MOVIMIENTO DE TIERRAS	35124,18	0	E02AM010\E02CM030\E02EM030\E02PM030\E02	69.2\2010\18.8\234\73\5.05\2490\	
02#		RED HORIZONTAL DE SANEA	5193,62	0	E03ALA010\E03ALA020\E03ALR040\E03ALR060\	14\4\4\2\1\18.3\12.2\8.12\2.03\40.6\81.2\32.5	
03#		CIMENTACIONES	64089,62	0	E04CM040\E04CA060\E04SA020\E04SE020\E04H	33.4\213.1\659\659\88.6\322\	
04#		ESTRUCTURAS	493926,36	0	E05HSA010\E05HVA030\E05HVA075\E05HFA060	201\230\108\6260\7.77\365\108\161\	
05#		CERRAMIENTO	140814,4	0	E07LSB040\E12PAH020\	2440\224\	
06#		PARTICIONES INTERIORES	174956,03	0	E07TBL010\E07TBL190\E07LP013\E07TBL011\E0	2940\1420\1950\1780\141\126.3\48.6\300\544	
07#		CUBIERTAS	57018,73	0	E09PAE010\E09PAF005\E10INS010\	724\724\46.1\	
08#		AISLAMIENTOS	64033,75	0	E10AAR009\E10ATT070\E10ATV360\E10AKV010	4220\1310\1780\1060\776\173\	
09#		IMPERMEABILIZACIONES	8563,57	0	E03DMP020\E10INS040\E10INS050\E10IAW050\	322\85.9\43.3\112\332\	

Figura 21. Fragmento de tabla conceptos de un presupuesto.

PARTIDAS		DESCRIPCION	TOTAL
Cantidad	Factor	Precio	
1	1	2.664.327,71 €	2.664.327,71 €
1	1	35.124,18 €	35.124,18 €
1	1	5.193,62 €	5.193,62 €
1	1	64.089,62 €	64.089,62 €
1	1	493.926,36 €	493.926,36 €
1	1	140.814,40 €	140.814,40 €
1	1	174.956,03 €	174.956,03 €
1	1	57.018,73 €	57.018,73 €
1	1	64.033,75 €	64.033,75 €

Figura 22. Captura de pantalla de la actividad Presupuesto

### a) Inicio de la actividad “Presupuesto”

Para que se muestren los datos al iniciar un presupuesto seleccionado, lo primero que hace la interfaz es cargar como concepto principal los datos del concepto raíz del presupuesto (1), y la lista de partidas, en este caso serían los capítulos del presupuesto (2), en su lugar correspondiente.

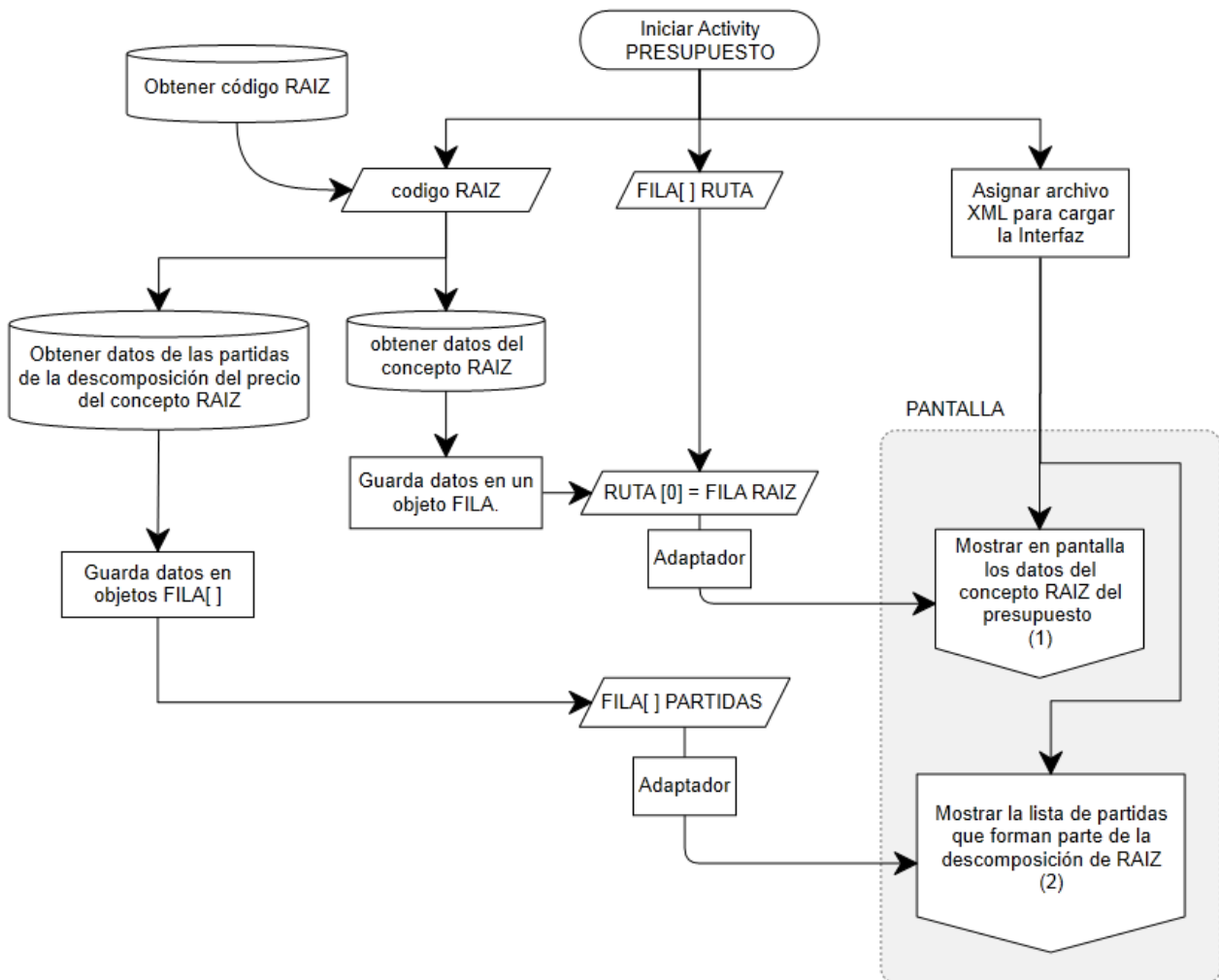


Figura 23: Diagrama de flujo del algoritmo utilizado al iniciar la actividad Presupuesto

## Descripción del algoritmo

Al iniciar la actividad se declaran todas las variables de clase y se referencian todos los elementos de la interfaz gráfica con un nombre para poder identificar cada parte de la interfaz.

A continuación se obtiene el código RAIZ de la base de datos, dentro de la tabla CONCEPTOS del presupuesto específico que se ha abierto. En las especificaciones del formato BC3 se detalla que el código RAÍZ siempre termina con los caracteres “##”.

Se crea un grupo de objetos de la clase FILA llamado RUTA[ ]. Como se ha descrito antes, esta clase almacenan las variables necesarias en cada fila de la aplicación para tenerlas organizadas en un único objeto. El grupo RUTA, al que iremos añadiendo filas al pulsar sobre las partidas, nos permite almacenar las partidas en la que estamos (el concepto principal) y las que hemos accedido para llegar a él. El primer objeto FILA el grupo RUTA por lo tanto es la raíz del presupuesto.

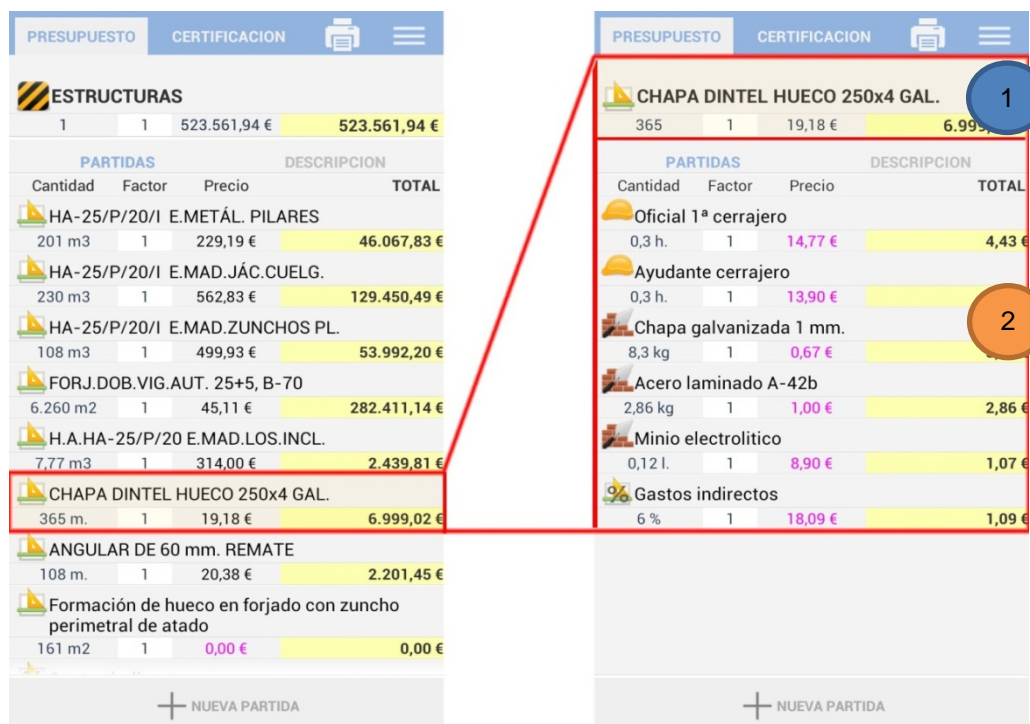
A continuación se tienen que cargar las filas de conceptos que forman la descomposición de precio del concepto RAIZ (en este caso los capítulos del presupuesto). Para eso se crea otro grupo de objetos FILA al que llamaremos PARTIDAS[ ], donde se cargará todas las partidas almacenando los datos de cada partida en cada objeto FILA del grupo.

Estos datos se obtienen a través de un método de la clase BaseDatos, que analizaremos más adelante, llamado getFilas, al que pasaremos el código RAIZ como parámetro y nos devuelve el grupo de FILAS que forman parte de la descomposición de la partida.

Para acabar se carga el concepto principal en la parte superior y todos los conceptos del descompuesto en una lista y se muestran en pantalla. Los métodos que se encargan “traducir” cada objeto FILA para ponerlo en su correspondiente lugar de la lista se encuentra en una clase adaptadora.

**b) Actualización de interfaz al pulsar sobre un elemento de la lista de partidas.**

Al pulsar en algún elemento de la lista, la aplicación carga de manera automática los datos de la partida seleccionada y actualiza la pantalla con los nuevos datos (figura).



PRESUPUESTO		CERTIFICACION	
<b>ESTRUCTURAS</b>			
1	1	523.561,94 €	523.561,94 €
PARTIDAS		DESCRIPCION	
Cantidad	Factor	Precio	TOTAL
201 m3	1	229,19 €	46.067,83 €
230 m3	1	562,83 €	129.450,49 €
108 m3	1	499,93 €	53.992,20 €
6.260 m2	1	45,11 €	282.411,14 €
7,77 m3	1	314,00 €	2.439,81 €
365 m.	1	19,18 €	6.999,02 €
108 m.	1	20,38 €	2.201,45 €
161 m2	1	0,00 €	0,00 €

PRESUPUESTO		CERTIFICACION	
<b>CHAPA DINTEL HUECO 250x4 GAL.</b>			
365	1	19,18 €	6.999,02 €
PARTIDAS		DESCRIPCION	
Cantidad	Factor	Precio	TOTAL
0,3 h.	1	14,77 €	4,43 €
0,3 h.	1	13,90 €	4,17 €
8,3 kg	1	0,67 €	0,56 €
2,86 kg	1	1,00 €	2,86 €
0,12 l.	1	8,90 €	1,07 €
6 %	1	18,09 €	1,09 €

Figura 24: Momento previo y posterior al pulsar sobre de un elemento de la lista

Para que ocurra eso, cuando un elemento de la lista se pulsa, se activa un método estándar denominado “onItemClick” al que se le pasa como parámetro la posición del ítem de la lista que ha sido pulsado. Se le ha escrito el siguiente algoritmo al método “onItemClick”.

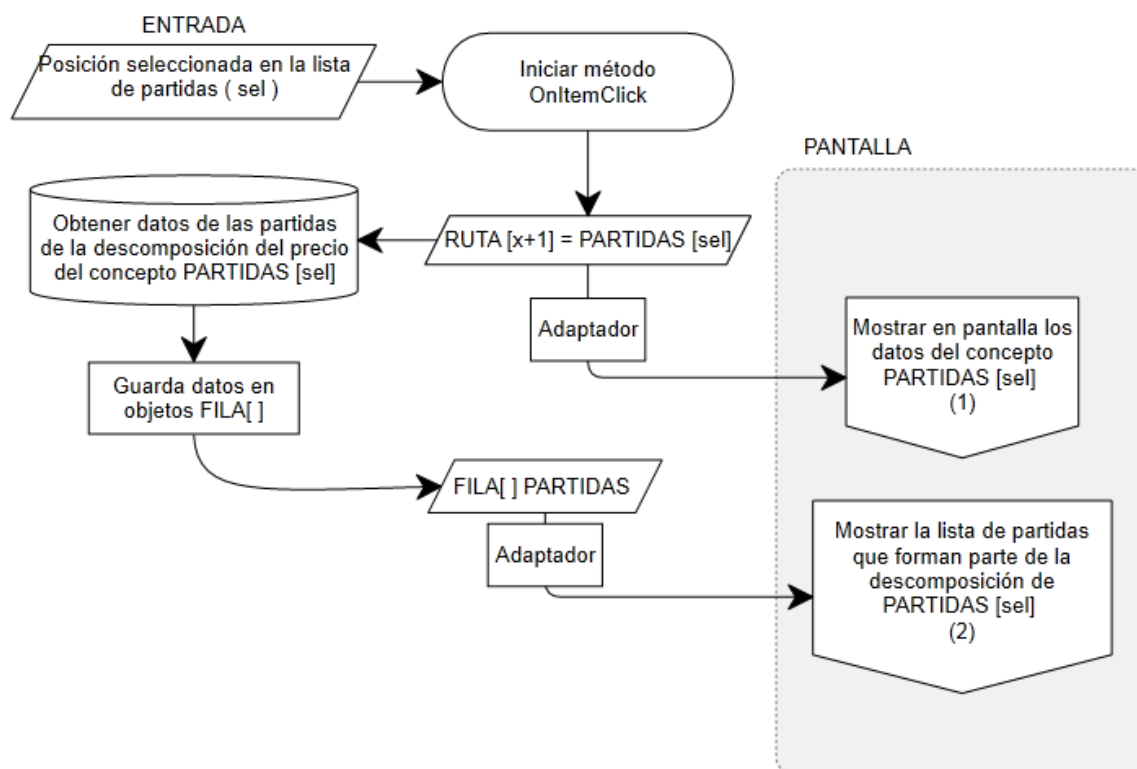


Figura 25. Diagrama de flujo del algoritmo utilizado por el método “onItemClick”

Primero se carga el objeto FILA del grupo PARTIDAS seleccionado en una nueva posición dentro del grupo RUTA para almacenar la ruta seguida dentro del presupuesto. Para volver a un concepto superior del presupuesto, se borra el último objeto FILA del grupo RUTA y se actualiza la interfaz.

Después cambiamos el grupo PARTIDAS[ ] por unas nuevas filas con las partidas la descomposición de la partida seleccionada ( PARTIDAS[sel] ), obteniendo los nuevos datos de la base de datos, como se ha hecho con el concepto RAIZ, pero ahora pasándole el código de la partida seleccionada.

La interfaz muestra todos los precios añadiendo los costes indirectos generales de la obra (PEM), pero en la base de datos, por cuestión de optimización, se almacenan los costes directos. Cuando nos muestra los precios en pantalla, desde la clase adaptador, se suman los costes indirectos al precio.

Cabe destacar que, para una correcta visualización del presupuesto, las partidas con precios finales (en color rosa), es decir las que no tienen descomposición en el precio o son partidas alzadas con los precios bloqueados, se muestran sin aplicar los costes indirectos. Para mostrar estos costes, se añade una FILA más a la lista de partidas donde se detallan estos costes por separado (Figura 26). Esta “FILA COSTE INDIRECTO” no se almacena en la base de datos, si no que se calcula cada vez que se tiene que mostrar en pantalla en la clase adaptador.

No es el mismo concepto que los costes auxiliares aplicados a unas partidas determinadas, esos se encuentran en la base de datos.



CHAPA DINTEL HUECO 250x4 GAL.				
365	1	19,18 €		6.999,02 €
PARTIDAS		DESCRIPCION		
Cantidad	Factor	Precio	TOTAL	
	Oficial 1ª cerrajero			
0,3 h.	1	14,77 €		4,43 €
	Ayudante cerrajero			
0,3 h.	1	13,90 €		4,17 €
	Chapa galvanizada 1 mm.			
8,3 kg	1	0,67 €		5,56 €
	Acero laminado A-42b			
2,86 kg	1	1,00 €		2,86 €
	Minio electrolitico			
0,12 l.	1	8,90 €		1,07 €
	Gastos indirectos			
6 %	1	18,09 €		1,09 €
$4,43 + 4,17 + 5,56 + 2,86 + 1,07 = 18,09$				
$18,09 \times 6\% = 1,09$				
$18,09 + 1,09 = 19,18$				

Figura 26. Cálculo de los costes indirectos

**c) Agrupación de los datos de un concepto en un objeto FILA.**

Hemos visto antes que para cargar la lista de partidas, obteníamos los datos desde la base de datos pasándole el código del concepto que queríamos.

La base de datos de la aplicación almacena los valores de un concepto en una fila de la tabla "CONCEPTOS" propia de cada presupuesto. Los conceptos que forman parte de la descomposición de precios de otro concepto se guardan agrupados en un campo dentro de la columna "CODIGO\_HIJO", con cada código hijo separado por el carácter «\». De la misma forma se almacenan las cantidades de cada concepto "hijo" en la columna "CANTS", siguiendo una correlación entre los dos campos.

Las cantidades del descompuesto de una partida se guardan de este modo y no dentro de la fila de la tabla del propio concepto "hijo" porque un concepto puede estar repetido en varias partidas en cantidades diferentes. De esta forma no se tiene que almacenar ese mismo concepto en más de una fila dentro de la tabla y, al tratarse del mismo concepto y no una copia, se compartirán los datos en todos los lugares donde se repita el mismo concepto (exceptuando las cantidades).

Por ejemplo, el concepto "Oficial de primera" se repetirá en todas las partidas donde se precise de un oficial de primera. Este concepto compartirá el precio, la descripción, etc. en todas las partidas donde esta repetido pero su rendimiento podrá ser distinto.

Con estos datos la aplicación tiene que ser capaz de, dado un concepto, obtener las cantidades y todos los demás datos de cada uno de los conceptos de su descomposición de precios de la base de datos.

A grandes rasgos lo que necesitamos es:

- Buscar la fila del concepto padre y obtener sus códigos hijo y cantidades.
- Buscar la fila de cada código hijo y obtener los demás datos.
- Crear un grupo de objetos FILA con tantos ítems como conceptos hijo haya y guardar los datos de cada concepto hijo en cada objeto FILA del grupo.

En el siguiente diagrama de flujo se muestra algo más en detalle las operaciones que realiza el método "getFilas" para conseguir esto de una manera optimizada.

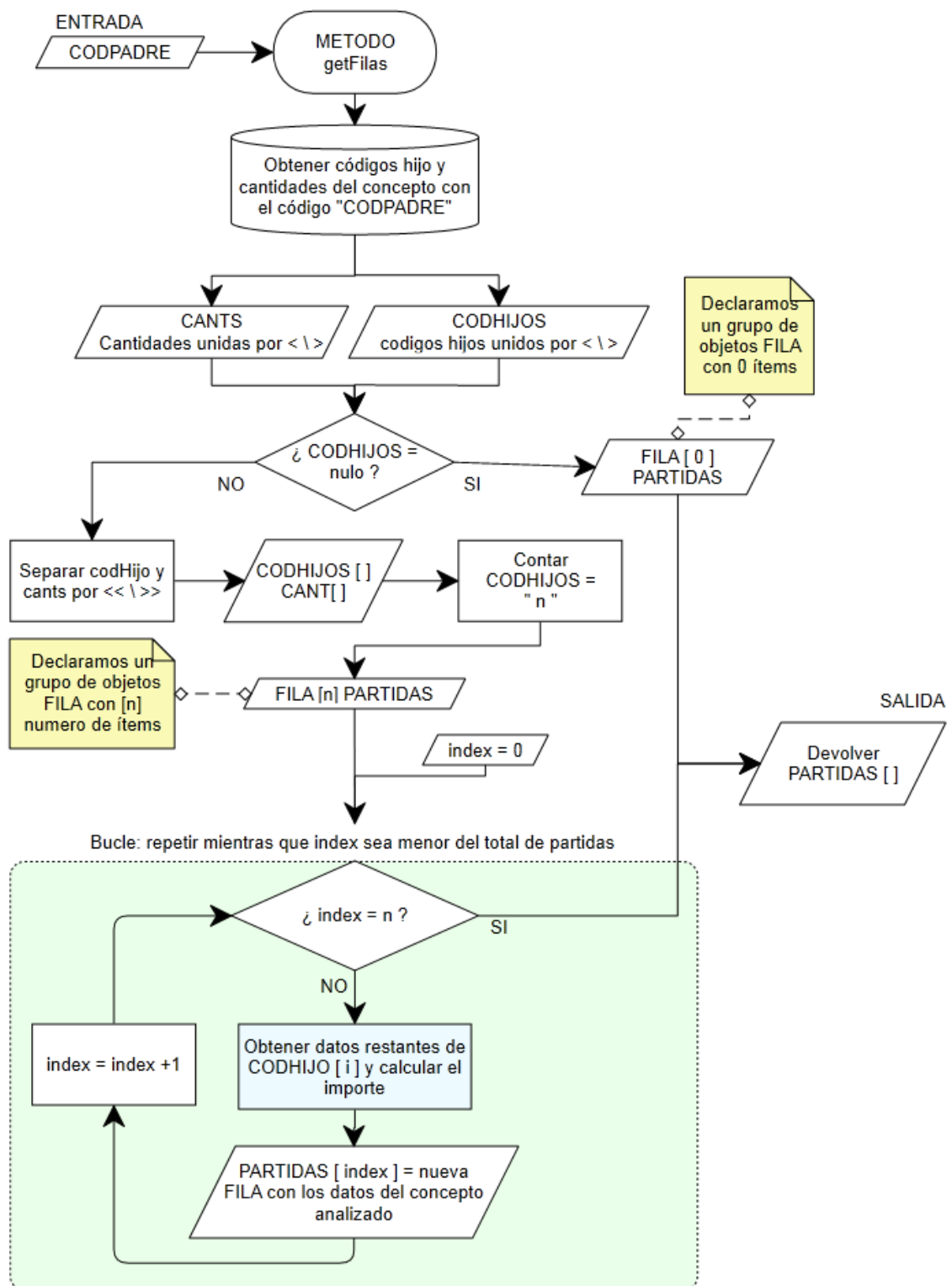


Figura 27. Diagrama de flujo del algoritmo de obtención de conceptos desde la base de datos

El método getFilas se le pasa como parámetro el código de la partida seleccionada y nos devuelve un grupo de objetos FILA que pertenecen a las partidas que forman parte de la descomposición de un concepto.

Hace una consulta a la base de datos, para obtener los datos del campo de la columna “CODIGO\_HIJO” y “CANTS” del concepto padre.

Si este campo es nulo, quiere decir que no tiene partidas que forman parte de su descomposición de precios. En ese caso se devuelve un grupo de FILA con 0 ítems y se termina el método.

En caso contrario se separan los códigos y las cantidades y se guarda en los grupos de variables CODHIJO[ ] y CANTS[ ].

Se cuenta la cantidad total de códigos hijo (n) y se crea un grupo objetos FILA con ese número de objetos (al que llamaremos PARTIDAS), de momento con todos los elementos nulos.

Se inicia un bucle continuará mientras haya códigos hijos que comprobar. Creamos una variable de tipo entero (i) que empieza en 0 y por cada repetición, aumenta en uno y se vuelve a comprobar si es menor que el total de códigos hijo ( $i < n$ ).

Dentro del bucle se comprueba el código en la i-ésima posición dentro del grupo CODHIJO[ ] se obtienen los datos que faltan, se calcula el importe para, en último lugar, crear un objeto FILA. Este objeto con los datos de la partida, se almacena como valor FILA del grupo PARTIDAS[ ] creado antes en la posición dada por el índice del bucle (i). Se repite el proceso hasta acabar con todos los códigos hijo sumando 1 al índice (i).

Al acabar todo este proceso se termina el método devolviendo el grupo PARTIDAS[ ].

#### d) Proceso de cálculo del importe de un concepto

El importe de las partidas no se almacena en la base de datos, sino que se sigue un proceso para calcularlo cada vez que se necesita.

Este proceso tiene en cuenta algunos factores:

- Si se trata de un precio contradictorio.
- Si se trata de un concepto porcentaje auxiliar, y a su vez si este porcentaje se aplica a todos los conceptos o solo a algunos.

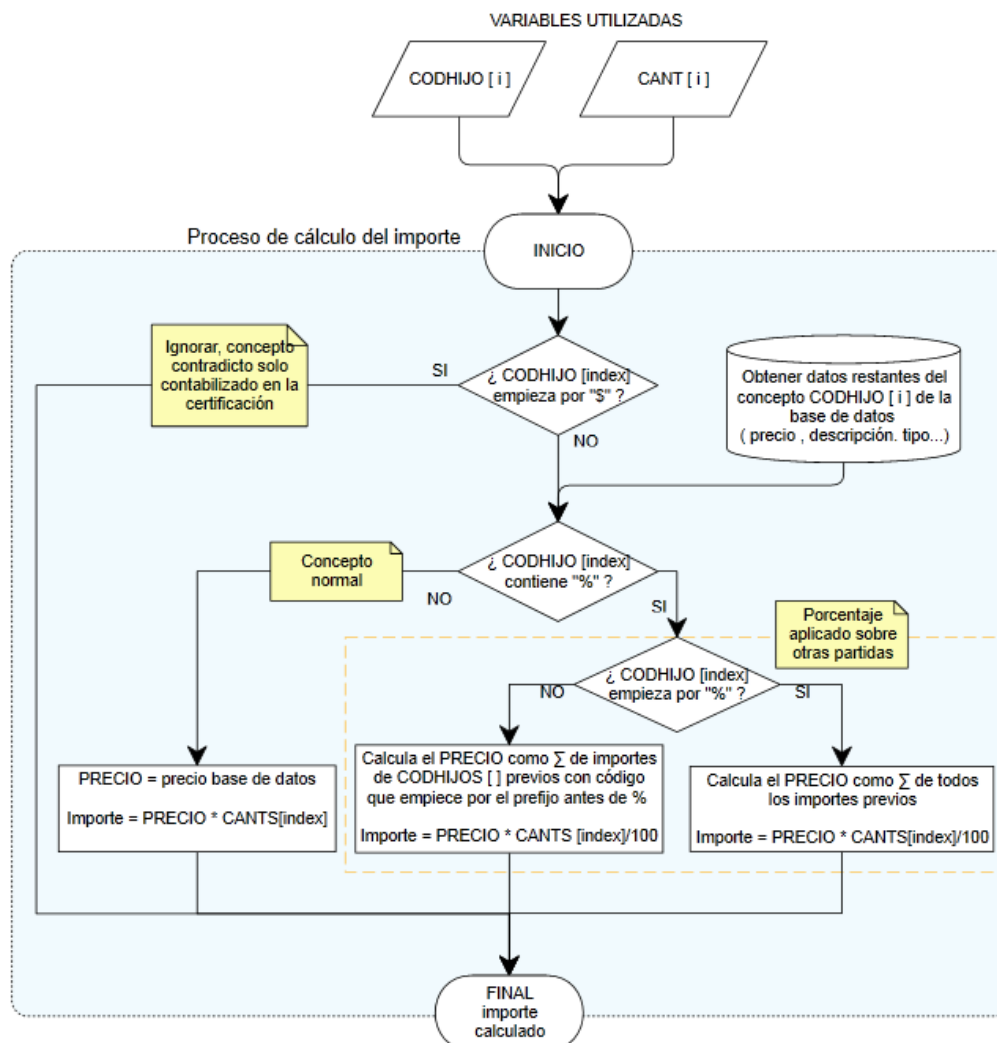


Figura 28. Diagrama de flujo del proceso de cálculo del importe de un concepto

El proceso es el siguiente:

- Comprobar si CODHIJO[ i ] empieza por el carácter especial «\$». En tal caso es una partida generada en la certificación (precio contradictorio) y se ignora a la hora de mostrar las filas del presupuesto.
- En caso contrario, obtener el precio desde la base de datos (por optimización en este momento se obtienen también los demás datos del concepto; detalle, tipo...).
- Comprobar si CODHIJO[ i ] contiene el carácter especial «%». Este carácter está reservado a las partidas que son contabilizadas como un porcentaje auxiliar sobre la partida<sup>8</sup>. Existen dos casos:
  - Si «%» está al inicio, significa que el porcentaje está aplicado a todos los conceptos anteriores dentro del descompuesto.
  - Si existen caracteres anteriores a «%» el porcentaje solo se aplica a los conceptos dentro del descompuesto, cuyos códigos empiecen por los esos mismos caracteres. Podemos ver un ejemplo en la Figura 29:







	Pintura plástica				
0,25 bote	1	5,72 €		1,43 €	
	Emulsión				
0,18 litr	1	10,04 €		1,81 €	
	Oficial pintor				
0,15 h	1	15,67 €		2,38 €	
	Ayudante				
0,18 h	1	14,70 €		2,68 €	
	Medios aux. mat				
2 %	1	3,24 €		0,06 €	
	Medios aux. mo				
4 %	1	5,06 €		0,20 €	

Figura 29. Captura de pantalla de una lista de conceptos

En esta figura podemos ver dos partidas con porcentajes auxiliares.

La partida “Medios aux. mat” tiene el código [ MAT%001]. Esta partida es un porcentaje sólo de las partidas dentro de la descomposición cuyos códigos empiezan por “MAT”.

La partida “Medios aux. mo.” tiene el código [MO%001] y en este caso es un porcentaje sólo de las partidas con códigos que empiezan por “MO”.

<sup>8</sup> No es lo mismo este concepto que FILA COSTE INDIRECTO.

Este porcentaje solo afecta a una partida y se contabiliza como un concepto más de la obra. La FILA COSTE INDIRECTO sólo es un elemento de la interfaz para que el usuario pueda ver reflejado los costes indirectos de obra de forma separada de los insumos.

En las tablas se puede ver el detalle de los cálculos empleados.

*Tabla 9: Cálculos del porcentaje auxiliar de los conceptos "MAT"*

Código	Descripción	Importe	Porcent.	Importe Aux.
MAT0012	Pintura plástica	1,43 €		
MAT0007	Emulsión	1,81 €		
MAT%001	Medios aux. mat	3,24 €	2%	0,06 €

*Tabla 10: Cálculos del porcentaje auxiliar de los conceptos "MO"*

Código	Descripción	Importe	Porcent.	Importe Aux.
MO05	Oficial pintor	2,38 €		
MO03	Ayudante	2,68 €		
MAT%001	Medios aux. mat	5,06 €	4%	0,20 €

- En casos en los que código del concepto no contiene «\$» ni «%» el importe de la partida se calcula como un concepto normal con la siguiente fórmula.

$\text{importe} = (\text{int}) (((\text{precio} * \text{cant}) + 0.005) * 100) / 100.00;$
---

Esta fórmula multiplica el precio por la cantidad para obtener el importe del concepto. Las siguientes operaciones se realizan para calcular el importe con una precisión de 2 decimales.

Primero al valor del importe se le suma +0.005 para redondear al alza a partir del 5 en el 3er decimal.

A continuación se multiplica por 100 y se convierte en un número entero (int). Esto elimina todos los decimales.

Se divide por 100,00 para obtener el valor del importe, con 2 decimales, redondeado al alza a partir del 5.

*Tabla 11: Demostración de la fórmula de redondeo*

<p>Un precio acabado en 0,004 no será redondeado al alza.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,004 + 0,005 = 0,009</li> <li>• 0,009 x 100 = 0,9</li> <li>• Se eliminan los decimales = 0.</li> <li>• 0 / 100,00 = 0,00</li> </ul> <p>En cambio sí en uno terminado en 0,006</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,006 + 0,005 = 0,011</li> <li>• 0,011 x 100 = 1,1</li> <li>• Se eliminan los decimales = 1.</li> <li>• 1 / 100,00 = 0,01</li> </ul>
---

Estos son los métodos más importantes, pero la aplicación dispone de muchos más algoritmos para desarrollar los diferentes elementos de la interfaz gráfica de usuario.

### 3.8.2 Módulos de cálculo

Se ha trabajado mucho en el motor de cálculo de la aplicación, y se han establecido una gran cantidad de instrucciones para obtener resultados precisos en cualquiera de las situaciones que se puedan presentar y se ha optimizando los cálculos para que se realicen con velocidad en un dispositivo móvil.

Algunos de los métodos de cálculo más importantes son los siguientes.

#### a) Cálculo de precios

Este módulo obtiene el precio de una partida de obra calculando los importes de su descompuesto. Lo habitual es que se obtenga el precio almacenado en la base de datos, pero a veces es necesario calcular este precio para poder actualizar la base de datos.

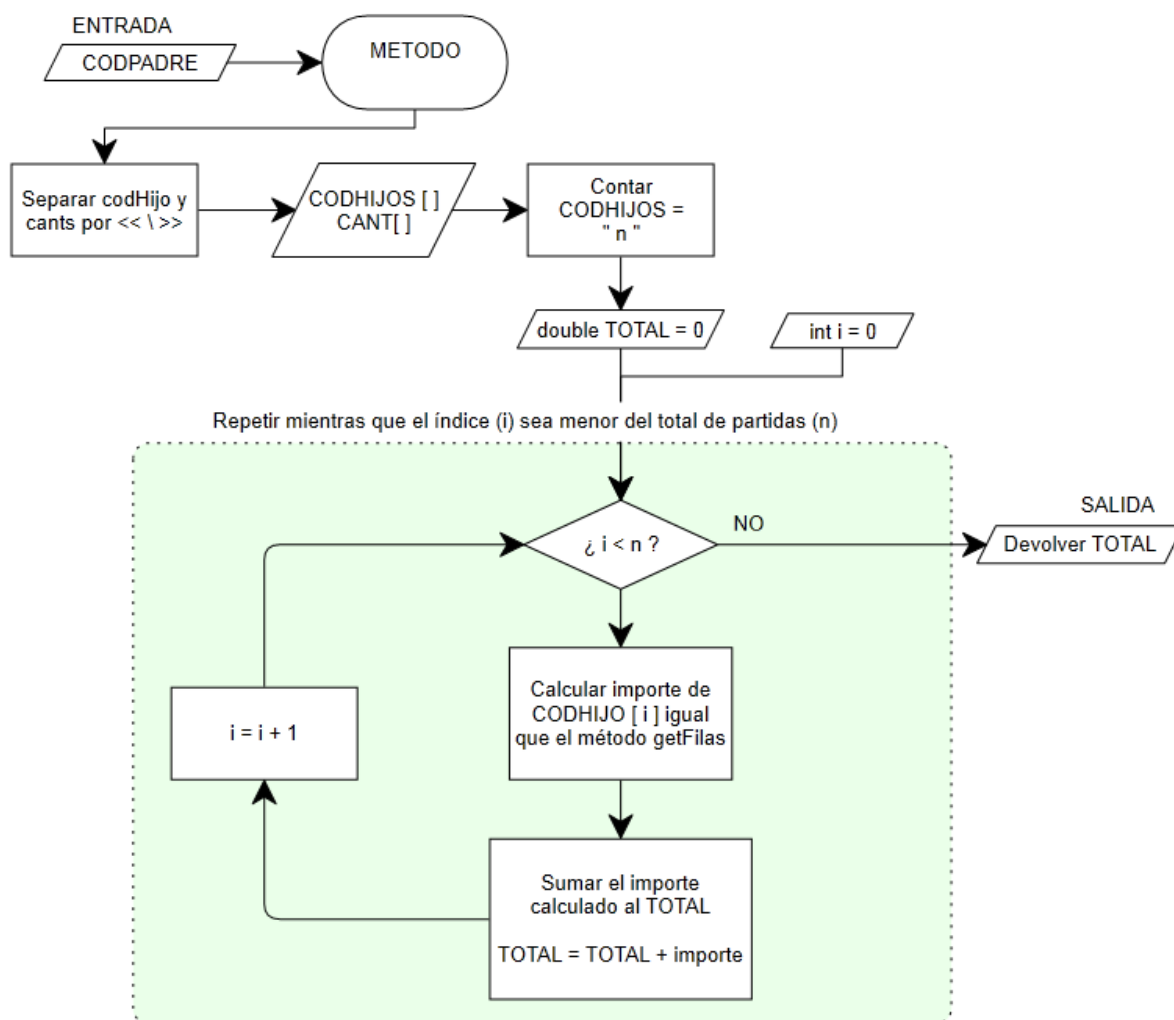


Figura 30. Diagrama de flujo del algoritmo para calcular precios a través del descompuesto

Este método (“getPrecio”) es similar a “getFilas”, con la principal diferencia de que este método devuelve solo el valor obtenido del sumatorio de todos los importes calculado



de la descomposición del precio de una partida en vez de un grupo de FILAS para mostrar en pantalla.

Este valor se utiliza para actualizar la base de datos y es lanzando por los métodos de actualización de precios, en el momento en que alguna cantidad o precio del presupuesto se ha modificado o se ha eliminado o añadido alguna partida.

Al método “getPrecio” por tema de optimización se le pasa como parámetros las cadenas de texto CODHIJOS y CANTS juntas en vez de un código como al método “getFilas”. Dentro del método estos parámetros se separan por «\» formando el grupo de códigos hijo y de cantidades.

Se declara una variable de tipo número decimal de doble precisión (double) llamada TOTAL con un valor inicial de 0. Creamos la variable que nos sirve de índice en el bucle (i) y calculamos de forma secuencial todos los hijos.

El cálculo del importe comprobando el código (si es un concepto contradictorio «\$» o un porcentaje auxiliar «%») lo realiza igual que el método “getFilas”. Pero esta vez acabar de calcular el importe (parcial) lo suma al total (TOTAL) y comienza el bucle de nuevo.

Es posible que se necesite modificar un precio en la certificación (o añadir partidas contradictorias) y por lo tanto cambiará el precio de las partidas y capítulos afectados también. En este caso el método se llamará al método “getPrecioCert” en el que sí que se tienen en cuenta los precios contradictorios «\$» a la hora de calcular el sumatorio.

“PrecioCert” actualiza el valor del campo PRECIO\_CERT de la base de datos. Este valor, por omisión, es el mismo que el precio del presupuesto PRECIO, pero puede ser diferente en el caso que la certificación y el presupuesto difieran.

### b) Actualizaciones de precios

Al crear, borrar o modificar un precio o una cantidad de una partida determinada en el presupuesto, la aplicación realiza de forma automática el cálculo de la actualización de precios, influidos por dicha modificación.

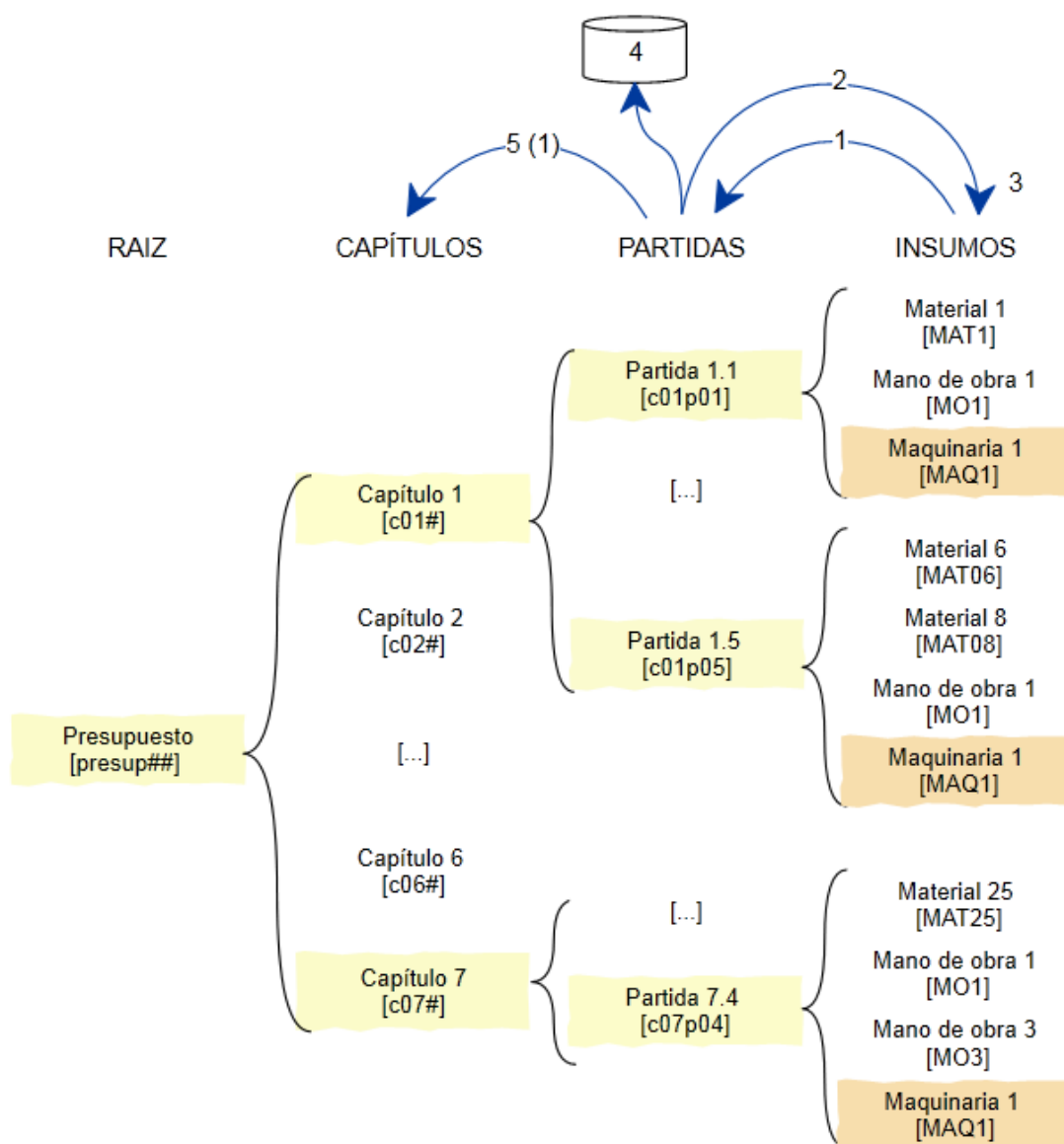


Figura 31. Esquema de la actualización de precios en un presupuesto de ejemplo

1. Buscar todos los códigos donde esté el concepto Maquinaria 1 y obtenemos Partida 1.1, Partida 1.5 y Partida 7.4.
  2. Buscar los insumos de las partidas 1.1, 1.5 y 7.4.
  3. Calcular sumatorio de insumos de cada partida por separado.
  4. Cambiar nuevos valores en la base de datos.
  5. (Repetir 1 en un nivel superior) Buscar todos los códigos donde estén los conceptos Partida 1.1, Partida 1.5 y Partida 7.4 y obtenemos el capítulo 1 y el capítulo 7.
- Se repetirá el proceso hasta llegar a un concepto que no tenga otro superior, es decir el concepto RAIZ y todos los precios del presupuesto que estén afectados por la edición del concepto Maquinaria 1 (en amarillo) estarán actualizados.
- Para realizar este proceso el algoritmo que se sigue es el siguiente:

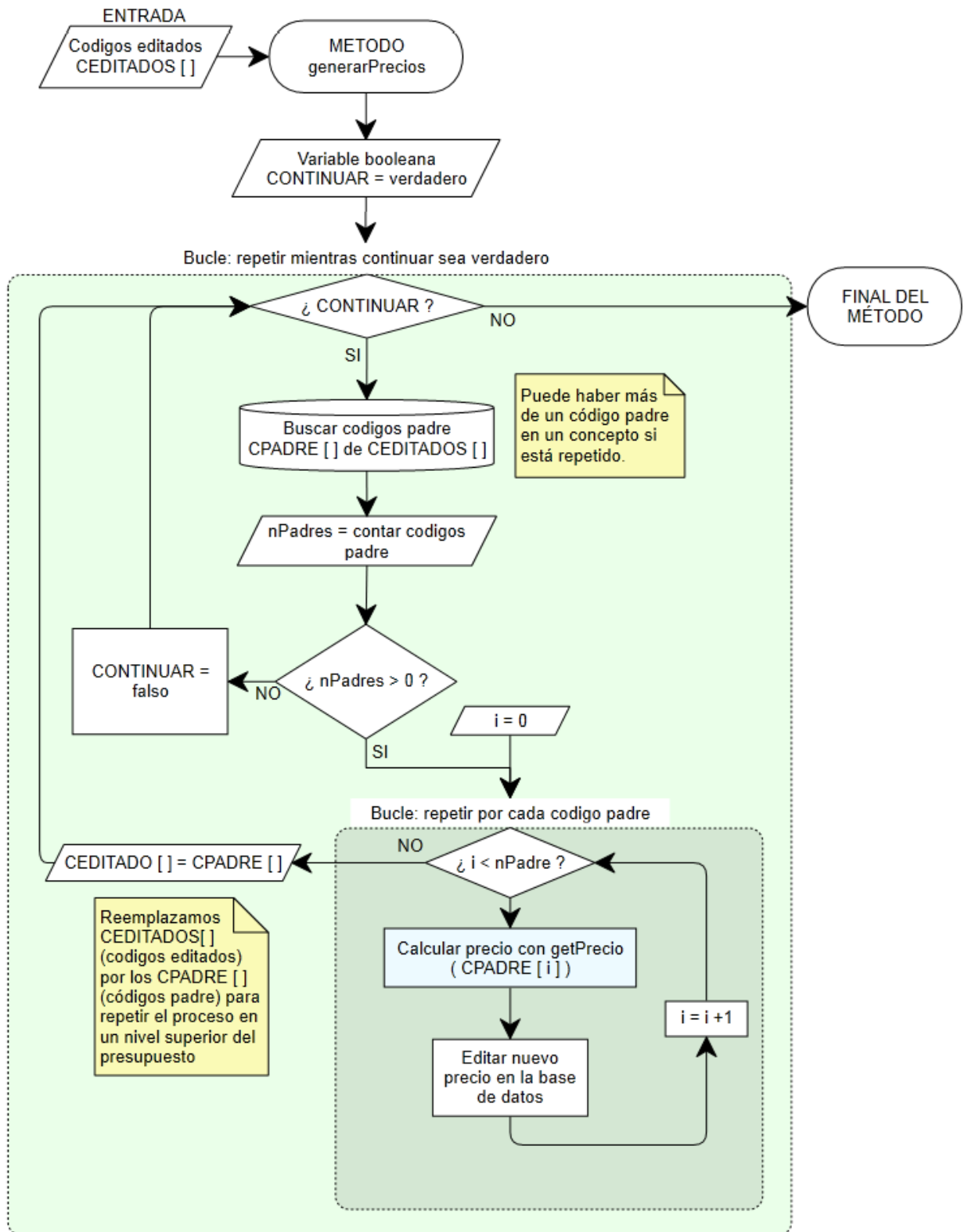


Figura 32. Diagrama de flujo del algoritmo de cálculo para generar precios actualizados

Se inicia el método llamado “generarPrecios” pasándole como parámetro un grupo de códigos a los que se ha editado el precio o la cantidad (CEDITADOS[ ]). Al inicio, este grupo sólo tiene un código (el que se ha modificado). Más adelante veremos porque se utiliza un grupo de códigos en vez de un código.

Buscamos todos los códigos de mayor rango y los almacenaremos en el grupo de variables (CPADRE[ ] ). Puede haber más de un código padre en el caso que ese concepto forme parte de más de una partida.

Comprobamos la cantidad de códigos padre que hay (si es que los hay) y realizamos en bucle, por cada código padre analizado, de forma sistemática las siguientes acciones:

- Calcular el precio a través del método getPrecio, analizado antes, pasándole como parámetro código CPADRE[ i ].
- Sustituir el precio de la base de datos por el nuevo valor calculado.

Al acabar de editar los nuevos precios de todos los padres, reemplazamos el valor del grupo CEDITADO[ ] por CPADRE[ ] para realizar todas las acciones otra vez en un nivel superior del presupuesto.

Al poder haber más de un código padre por partida puede que se editen varios conceptos en una sola vez, y esta es la razón por la que el método está pensado para generar precios de un grupo de conceptos editados. A medida que se va escalando en las jerarquías del presupuesto, esos conceptos editados por los cálculos compartirán el mismo concepto superior. Por lo tanto los cálculos no se repetirán por concepto editado sino que se realizarán sólo una vez por grado.

Este bucle se repite hasta que se dé el caso que no existan partidas superiores y modifiquemos la variable CONTINUAR a falso. Esa condición solo se cumplirá con el concepto RAIZ cuando hayamos actualizado los precios de todas las partidas afectadas en el presupuesto.

## CHAPTER III. Manual de usuario.

En esta última parte del proyecto se pone en práctica el funcionamiento de la aplicación con un ejemplo práctico y los resultados finales.

### 4.1 INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN

La aplicación se encuentra en fase beta, y se puede descargar gratis a través de este link.

<http://certypres.site88.net/ConstrucalculoBaseDatos.apk>

O mediante este código QR.



*Figura 33. Código QR con el link de descarga de la versión beta de la aplicación*

Una vez dirigido al link, se descargará un archivo .apk que es el formato del instalador de aplicaciones de Android. Pulsar sobre el archivo descargado y se iniciará el proceso del instalador. (Figura 34)

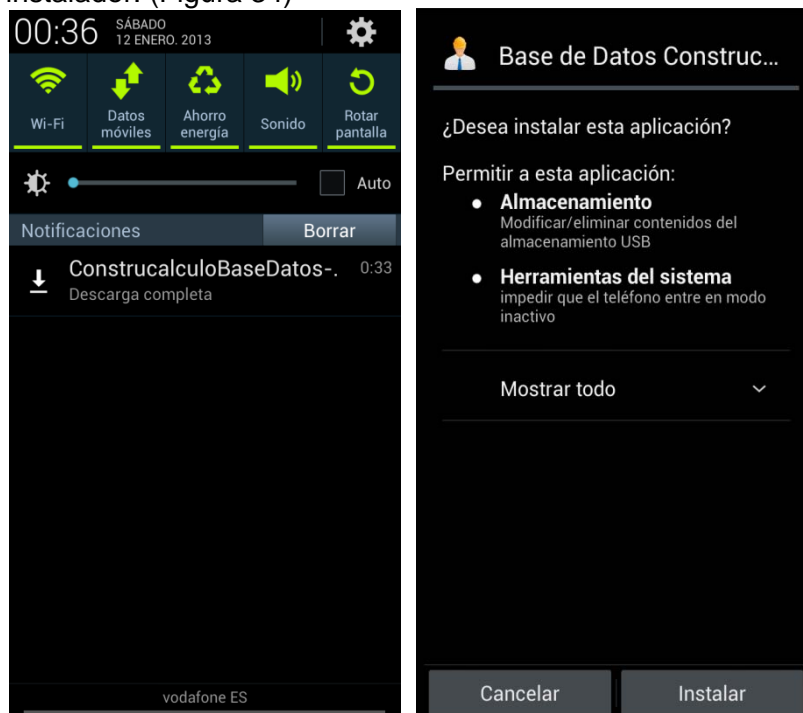


Figura 34. Capturas de pantalla de la instalación

## 4.2 INICIAR LA APLICACIÓN

Una vez instalada la aplicación, aparecerá en el menú de aplicaciones del terminal con el nombre de “Base de datos Construcáculo” y el siguiente icono.



Figura 35. Icono de la aplicación

Una vez que iniciemos la aplicación nos encontraremos con el menú principal. En el podemos elegir entre las opciones: datos de usuario, nuevo proyecto, proyectos guardados, opciones, información y salir.

### 4.3 CREAR UN USUARIO

Esta funcionalidad de la aplicación permite realizar un perfil del usuario que va a manipular los presupuestos añadiendo sus datos personales. Estos datos son privados y están almacenados en la base de la aplicación, y no son públicos ni se utilizan para crear una cuenta de usuario dentro de un servidor.

También se permite la creación de más de una cuenta de usuario dentro de la misma aplicación, por si el dispositivo es utilizado por más de un empleado dentro de una empresa.

Para crear un usuario sólo hay que pulsar sobre “nuevo usuario”, complementar los datos y guardar los cambios (Figura 36). Para editar un usuario sólo hay que seleccionarlo de la lista de usuarios y editar los campos del formulario.



Figura 36. Captura de pantalla de la actividad Usuario

Por ahora esta funcionalidad no está implementada en su totalidad. En posteriores versiones de la aplicación se incorporará la posibilidad de introducir contraseñas para acceder a diferentes niveles de acceso e incorporará los datos en los informes.

## 4.4 CREAR NUEVO PROYECTO.

Una vez creado el usuario vamos a crear un proyecto. Para ello iremos desde el menú principal a la opción de “nuevo proyecto”.

La aplicación permite la creación de proyectos independientes. En este apartado se introducen los principales datos de la obra.

En la actividad de creación de proyectos se observa un formulario con los datos de la obra (Figura 37). Como ocurre con los datos de usuario, estos datos también son privados y almacenados en la memoria del dispositivo, y son utilizados para la realización de informes.

El formulario "NUEVO PROYECTO" contiene los siguientes elementos:

- Nombre del proyecto:** Campo de texto para el nombre del proyecto.
- DATOS DEL PROYECTO:** Sección que incluye:
  - Dirección de la obra:** Campo de texto.
  - Ciudad:** Campo de texto.
  - Código postal:** Campo de texto.
  - Fecha de licitación:** Campo de texto.
  - Inicio de las obras:** Campo de texto.
- DATOS DEL PERSONAL:** Sección que incluye:
  - DIRECCION FACULTATIVA:** Campo de texto para la selección de usuario de la dirección de la obra.
- Botón "GUARDAR PROYECTO":** Botón para guardar el proyecto.

Figura 37. Esquema de la actividad Nuevo proyecto

Para finalizar el proceso debemos poner al menos un nombre al proyecto y a continuación pulsar sobre “guardar proyecto”.



## 4.5 PROYECTOS GUARDADOS.

Al crear un proyecto o al entrar en la opción proyectos guardados, accedemos a una lista con los proyectos guardados (Figura 38). Se puede acceder a esta actividad desde el menú de inicio seleccionando la opción de “proyectos guardados”. En este apartado también se ofrece la posibilidad de borrar proyectos o editar los datos del mismo.

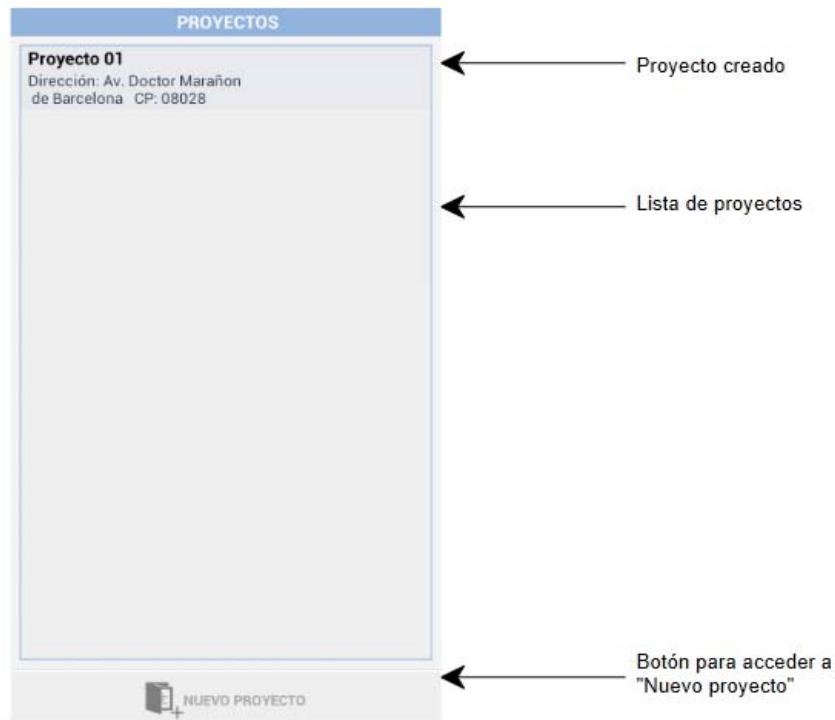


Figura 38. Esquema de la actividad Proyectos

## 4.6 PRESUPUESTOS ASOCIADOS AL PROYECTO

Al pulsar sobre un proyecto de la lista se accede a la pantalla de presupuestos asociados. Se ofrece la posibilidad de incorporar más de un presupuesto dentro del mismo proyecto.

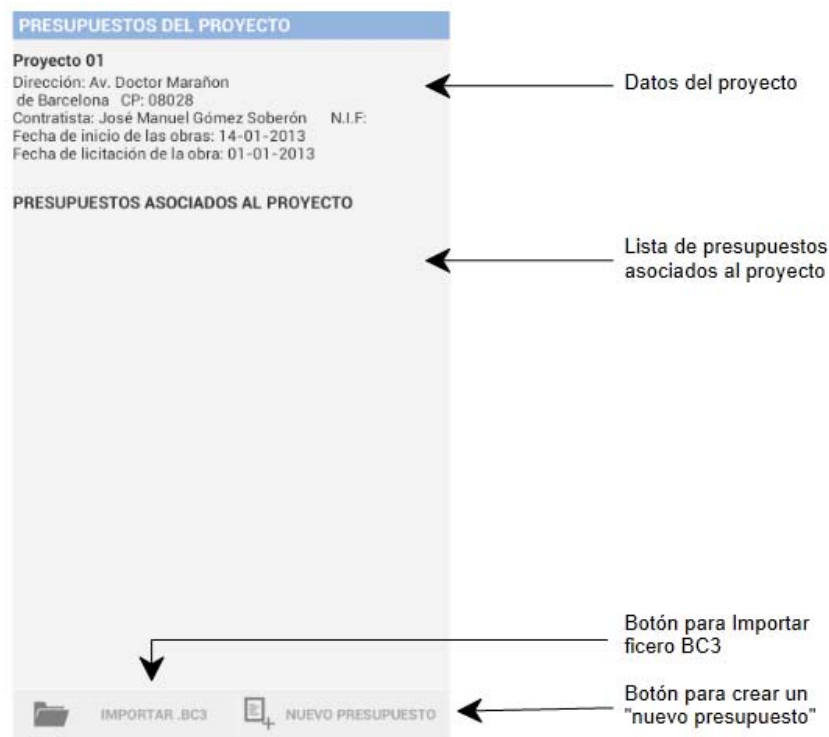


Figura 39. Esquema de la actividad selector de presupuesto

Para incorporar un presupuesto en el proyecto se ofrecen dos posibilidades.

## 4.7 IMPORTAR UN ARCHIVO BC3

Al pulsar sobre el botón “Importar BC3” se nos abre un explorador de archivos con las carpetas del teléfono.

Buscamos la carpeta que contiene archivo BC3, pulsando sobre las carpetas de la lista, que en este caso se encuentra en una carpeta llamada “BC3” en la ruta: “mnt/sdcard/BC3”.

Podemos ver la carpeta de inicio y el resultado final en la Figura 40.

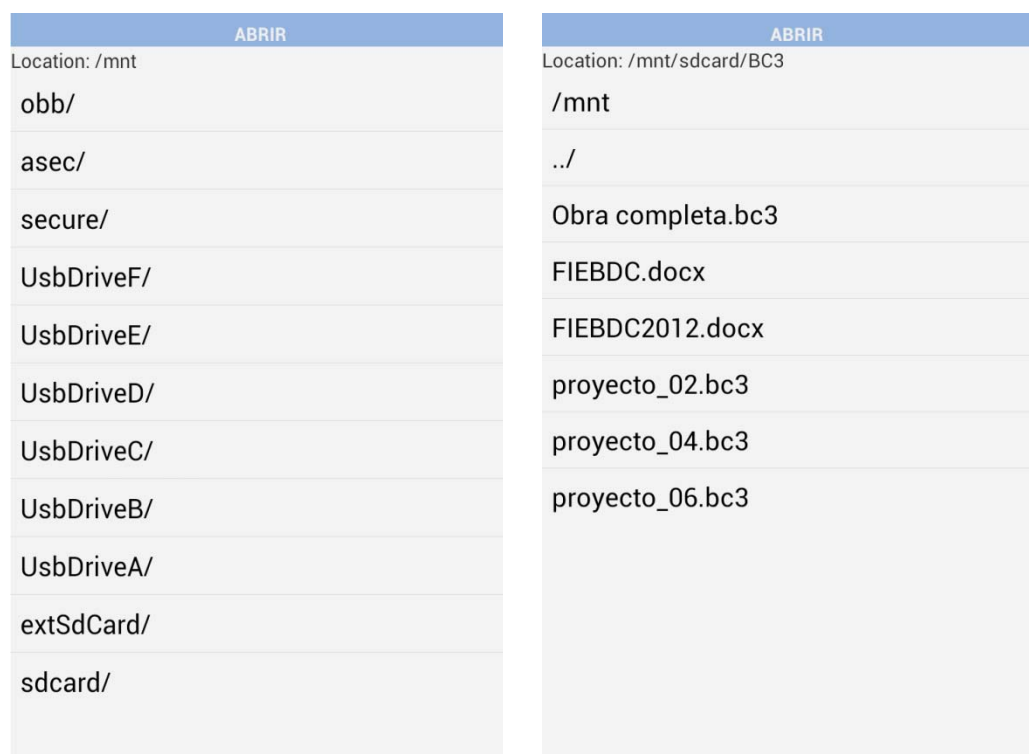


Figura 40 Capturas de pantalla de la actividad Explorador de archivos

Si pulsamos sobre un fichero que no tiene la extensión BC3, nos aparece un mensaje de aviso. En nuestro caso seleccionamos el fichero llamado “Obra completa.bc3” y nos aparecerá un cuadro de dialogo con el porcentaje de datos importados. (Figura 41)



Figura 41. Captura de pantalla del cuadro de dialogo del progreso de importación

Una vez finalizado el proceso ya podemos acceder al proyecto.

## 4.8 NUEVO PRESUPUESTO

Otra opción que nos ofrece la aplicación es crear un presupuesto desde cero. Al pulsar sobre el botón “nuevo presupuesto” nos aparece un cuadro de diálogo donde introducir el nombre y los porcentajes.

Figura 42. Captura de pantalla del cuadro de dialogo de las propiedades del presupuesto

En el ejemplo creamos un presupuesto llamado “obra 01”, introducimos los datos y pulsamos sobre aceptar. Nos aparecerá en la lista de presupuestos el nuevo presupuesto.

PRESUPUESTOS ASOCIADOS AL PROYECTO	
Obra_completa	
Obra 01	

Figura 43. Captura de pantalla de la lista de presupuestos actualizada

Al pulsar prolongadamente sobre un presupuesto, nos aparece un menú contextual donde podemos borrar o editar las propiedades del presupuesto

## 4.9 PRESUPUESTO

Al pulsar sobre un presupuesto, se no abrirá la actividad de presupuestos (Figura 44). Pantalla principal de la aplicación que permite visualizar y manipular los presupuestos de obra. Desde esta ventana se pueden ver los detalles de cada partida del presupuesto.

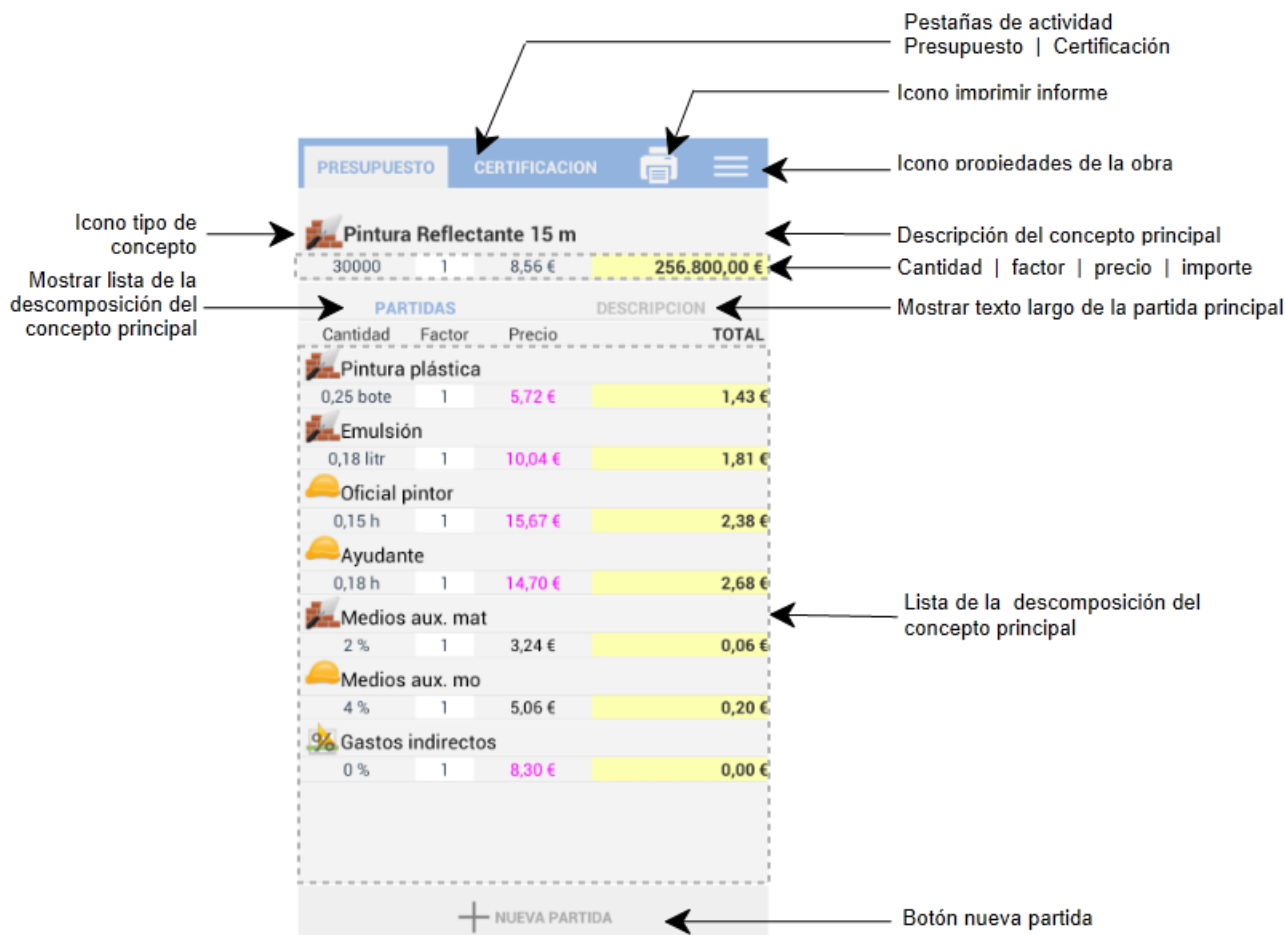


Figura 44. Esquema de los elementos de la actividad Presupuesto

En la parte superior encontramos una barra de herramientas. Debajo se sitúa los detalles del concepto en el que estamos situados.

Los iconos de la parte izquierda, simbolizan el tipo de concepto que se trata (tabla)

	Capítulo
	Partida
	Mano de obra
	Material
	Maquinaria
	Gastos indirectos

Figura 45. Leyenda de los iconos de tipo de concepto

Para entrar dentro de los distintos niveles de detalle del presupuesto se debe pulsar sobre un concepto de la lista.

**a) Insertar nueva partida**

Al pulsar sobre el botón “nueva partida” aparece un cuadro de diálogo que donde el usuario introduce los datos del concepto (código, descripción, texto largo, cantidad y precio). (imagen)

Figura 46. Captura de pantalla del dialogo para insertar un nuevo concepto

Al pulsar sobre el botón aceptar la partida se introducirá dentro de la descomposición del concepto en el que nos encontremos.

La aplicación tiene una serie de comprobaciones, como los códigos repetidos, tipos de concepto incorrectos, etc., para evitar errores en el presupuesto.

Las cantidades del presupuesto recalculan de manera automática conforme las nuevas cantidades con el motor de cálculo integrado.

Al mantener pulsado un concepto de la lista de descompuesto durante un momento, aparece un menú contextual con las funciones de edición.

Figura 47. Captura de pantalla del menú contextual de herramientas

### b) Editar datos

Esta funcionalidad permite la edición de los datos de las partidas de obra ya introducidas.

Figura 48. Captura de pantalla del dialogo para editar un concepto

Al editar el precio de la partida se ofrecen varias posibilidades:

- Bloquear. En el caso de que se edite un precio que viene dado por los importes de la descomposición del precio, se bloquean los valores y pasa a contarse la partida como una partida alzada.
  - Suprimir. En este caso se suprimen todas las partidas del descompuesto. En el caso de que esos conceptos estén repetidos no implica que se borren en esas partidas.
  - Ajustar. Esta opción edita los precios de las partidas del descompuesto para que se ajusten al nuevo valor introducido. En el caso de algunos de esos conceptos estén repetidos en otras partidas se desvinculan creando un nuevo concepto.
- Auto-generar: Calcular su precio partir del importe de las partidas de su descompuesto en el caso que el precio estuviera bloqueado.
  - Mediciones: Con esta herramienta se puede obtener la cantidad de un concepto de obra a través del sumatorio de sus mediciones. Se permite también la posibilidad de añadir fórmulas matemáticas a las líneas de medición.

Al editar las cantidades o el precio del concepto, también se ajustan de manera automática todos los precios del presupuesto afectados por el nuevo valor.

### c) Ajustar

Es la opción realiza el mismo procedimiento que si la seleccionamos en cuadro de edición.

**d) Copiar**

Copia un concepto con todo su descompuesto en otra unidad de obra. En el caso de que se copie una partida en el mismo concepto principal donde se encuentra como descompuesto, se crea un concepto nuevo con los datos y el descompuesto de la anterior pero desvinculada de ésta (código diferente). Esto permite poder editar los datos y cantidades creando una partida nueva. No se permite copiar partidas dentro de la misma partida copiada para evitar la circularidad en los precios.

**e) Mediciones**

Al seleccionar esta opción se abre una hoja de cálculo para la fase que se está certificando (Figura 49)

MEDICIONES				
SOLER.HA-25, 15cm.ARMA.#15x15x6				
PRESUPUESTO				659
MEDICIONES				24.61
A	B	C	D	PARCIAL
Norte				
1	2.3		2.5	5.75
Habitación				
2	3.2		2.4	15.36
(b+c)/2				
1	3	4		3.5

Figura 49. Esquema de los elementos de la actividad Mediciones

Al pulsar sobre el botón “nueva med.” de la barra de herramientas la vista de detalles cambia al panel inserción de nueva medición.

MEDICIONES				
Número	Longitud	Anchura	Altura	
Descripción   Fórmula				Insertar
A	B	C	D	PARCIAL
Norte				
1	2.3		2.5	5.75
Habitación				
2	3.2		2.4	15.36
(b+c)/2				
1	3	4		3.5

Figura 50. Esquema del panel de inserción de medición de la actividad Mediciones



Para editar una línea de medición hay que pulsarla de la lista y el panel de inserción se modifica con los datos de la medición seleccionada, editar los valores y pulsar sobre el botón insertar (en este caso llamado “editar”).

Para borrar una línea de medición se selecciona y se pulsa sobre el botón borrar de la barra de herramientas inferior.

Para insertar una fórmula en una línea de medición se pulsa sobre el icono “f(x)” del panel de inserción y aparece un cuadro de diálogo con las opciones fórmula.

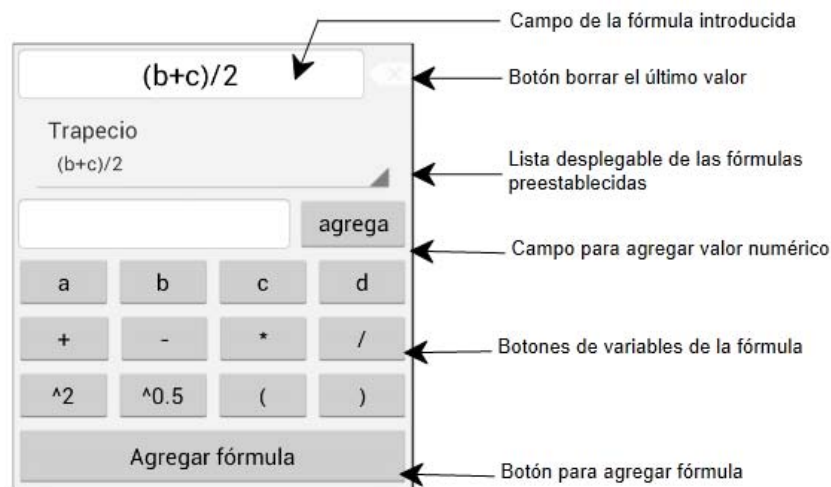


Figura 51. Captura de pantalla cuadro de diálogo de inserción de fórmula

Al finalizar todas las mediciones se pulsa sobre el botón “guardar” y se edita la cantidad del concepto por la cantidad del sumatorio de líneas de medición.

#### f) **Borrar**

Se borra la partida y se recalculan los precios nuevos del presupuesto.

## 4.10 CERTIFICAR UNIDADES DE OBRA

Se puede acceder a esta pantalla a través de unas pestañas de la parte superior a la interfaz donde nos permite movernos entre la pantalla del presupuesto y la de las certificaciones.

En esta ventana se muestran los mismos detalles que en la del presupuesto, añadiendo los detalles de la certificación.



Figura 52. Esquema de los elementos la actividad Certificación en vista de partidas

- Cantidad certificada: Muestra la cantidad certificada. Solo se muestra en caso de que se haya certificado alguna cantidad de la partida.
- Porcentaje certificado: El porcentaje muestra la relación entre la cantidad certificada respecto de la cantidad presupuestada de una partida certificable. En el caso de los capítulos es la relación entre los importes certificado y presupuestado. El porcentaje se muestra sobre una simbología de colores. (tabla)

0%	→	Invisible
Entre 1% y 99%	→	Naranja
100%	→	Verde
>100	→	Rojo

- Precio certificación: Muestra el precio al que se cobra la certificación. Se muestra el precio en rojo cuando difiere del precio con el que se ha contabilizado el presupuesto.
- Importe certificado: Muestra un código de colores como el descrito en el porcentaje. La diferencia es que está desvinculado del porcentaje, es decir, una partida puede estar certificada el 100% de la cantidad presupuestada (verde) pero tener un precio superior; en tal caso el importe certificado será superior al presupuestado, mostrándose el fondo en rojo.

Para el correcto desarrollo del proyecto Existen una serie de restricciones para que un concepto sea certificable o no.

- Se considera partida certificable el primer concepto de tipo partida, material, mano de obra o maquinaria dentro de un concepto tipo capítulo.
- Se permite certificar un capítulo sólo en el caso de que no contenga partidas dentro y actúe como una partida alzada.

En todas las partidas que no presenten estas características no se permitirá acceder a los detalles de certificación. Los capítulos que contienen partidas certificadas se actualizan de forma automática con el importe certificado correspondiente a la proporción de partidas certificadas.

Si el concepto principal donde se sitúa es una partida certificable aparecerá la pestaña “certificar” al lado de “partidas”. Seleccionándola accedemos a la vista de certificación. (Figura 53).

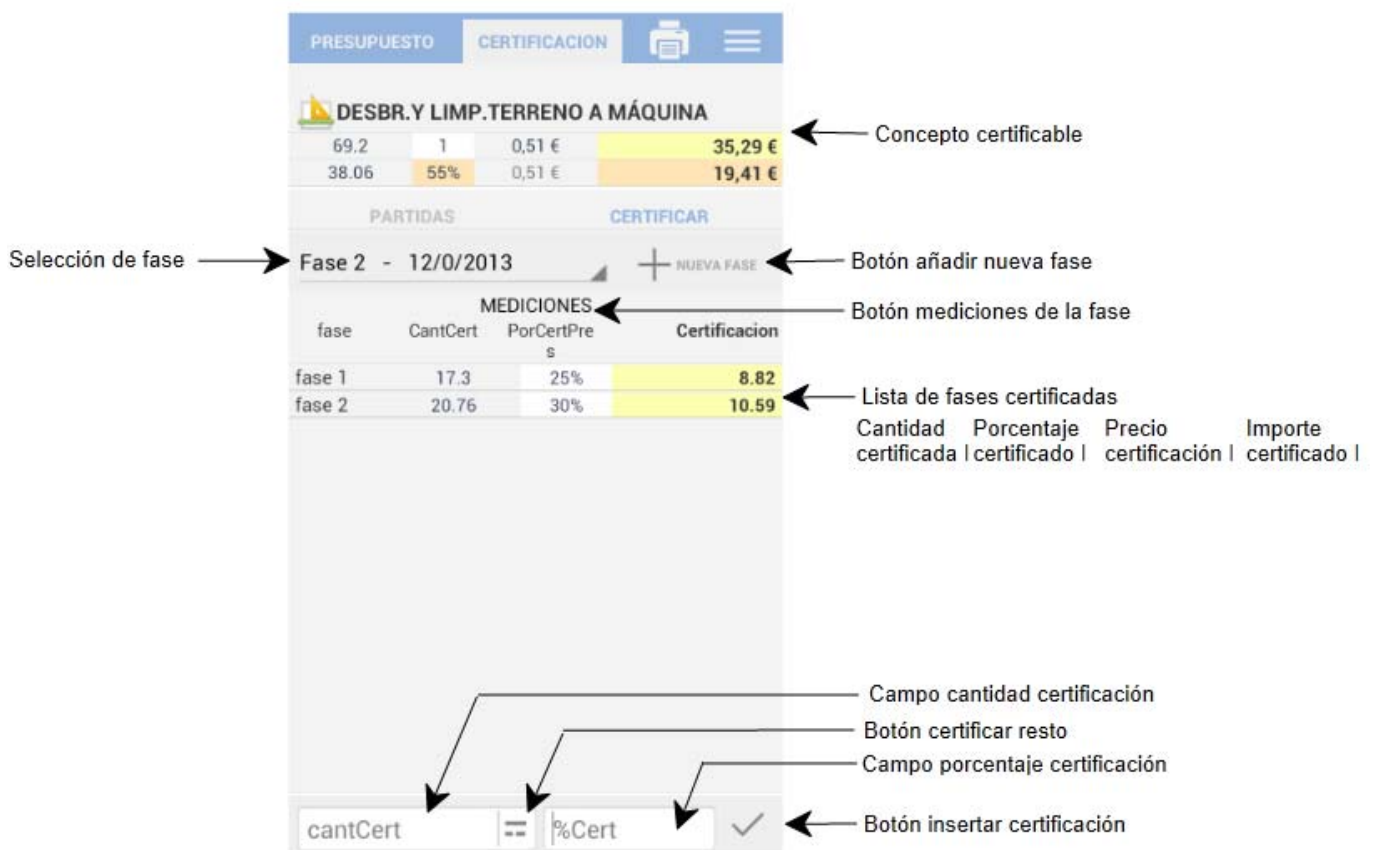



Figura 53. Esquema de los elementos la actividad Certificar en vista de certificar

La principal funcionalidad de esta interfaz es la de certificar partidas. Para certificar una partida primero hay que crear una fase de obra con el botón nueva fase. Cuando pulsemos sobre él nos pedirá la fecha de certificación que queda almacenada.

Una vez seleccionada una fase se puede certificar de las siguientes formas:


- Por cantidades: Se introduce la cantidad realizada de la partida en la fase que se está certificando. La aplicación muestra la el porcentaje respecto la cantidad introducida de forma automática.
- Por porcentajes: Se introduce el porcentaje de la cantidad certificada. La aplicación muestra la cantidad respecto el porcentaje introducido de forma automática.
- Por medio del botón “certificar resto” : Pulsando en él, certifica la cantidad que resta para alcanzar el 100% de la cantidad presupuestada.
- Por mediciones: Al pulsar sobre “Mediciones” Se crea una hoja de cálculo para la fase que se está certificando similar a las mediciones de la cantidad de un concepto. La cantidad certificada será el sumatorio de las mediciones introducidas. Como ocurre con las mediciones sobre las cantidades del presupuesto aquí también se pueden añadir fórmulas matemáticas para el cálculo de cada línea de medición de la fase de certificación.

## 4.11 IMPRIMIR INFORMES

En la aplicación, la impresión de informes consiste en la creación de un archivo en formato PDF. Gracias a la versatilidad de los dispositivos para los cuales se ha desarrollado la aplicación, este archivo se puede consultar en el mismo dispositivo, enviar por email, subir a un servidor, copiar a una memoria externa o imprimirlo por una impresora en red, desde cualquier lugar.

De momento la aplicación elabora tres tipos de informes.

- Presupuesto y mediciones: Este informe presenta el presupuesto completo mostrando las descripciones de partidas, y las mediciones detalladas. No muestra el descompuesto de los precios de las partidas.
- Certificaciones: Este informe nos muestra las partidas certificadas, y las cantidades e importes de las mismas.
- Certificación a origen: El informe es un cuadro donde nos muestra las cantidades e importes de la fase seleccionada, así como los de la certificación anterior y el sumatorio de las certificaciones a origen.

Para imprimir un informe el usuario debe pulsar sobre el icono de la impresora  situado en la barra de herramientas superior, elegir el tipo de informe, el nombre del archivo PDF y la ubicación dentro de las carpetas del dispositivo (Figura 54).

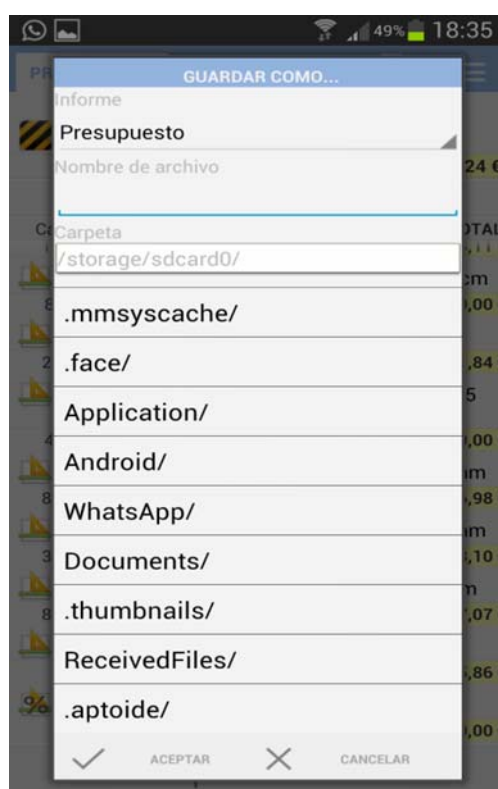


Figura 54. Captura de pantalla del dialogo para guardar un informe

Ejemplos de páginas de los informes en formato PDF (Figura 55)

**PRESUPUESTO Y MEDICIONES**

37 viviendas en Velilla de San Antonio

CÓDIGO	RESUMEN	UDS.	LONG.	ANCH.	ALT.	PARCIAL	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
<b>CAPÍTULO 9: IMPERMEABILIZACIONES</b>									
E03DMP020	<b>MEM.DRENANTE P.E.A.D. VERT. 500g/m2 PLUS</b> Membrana drenante Danodren 500 plus de polietileno de alta densidad nodulado, con un peso de 500 gr/m2. y una capacidad de drenaje de 5 l/s por m2, fijada al muro mediante rosetas Danodren y clavos de acero, con los nódulos contra el muro y solapes de 12 cm., i/protección del borde superior con perfil angular, sin incluir el tubo de drenaje inferior, ni el relleno ni la excavación de la zanja.						322	8,97 €	3.486,01 €
E10INS040	<b>SELL.JUNT.DILAT.VERT.POLIURET.20mm.</b> Sellado de juntas de dilatación verticales de fachadas de 20 mm. de anchura con un fondo de 10 mm. sobre fondo de juntas y cordón realizado con sellante de poliuretano monocomponente, incluso medios auxiliares y limpieza (sin incluir montaje de andamios ni elevación de materiales).						85,9	7,27 €	749,39 €
E10INS050	<b>SELL.JUNTAS SUELOS C/POLIURET. 20mm.</b> Sellado de juntas horizontales en suelos con una anchura aproximada de 20 mm. y una profundidad de 1,5 cm. sobre fondo de juntas de D=20 mm. con un sellante de poliuretano monocomponente, i/medios auxiliares y limpieza.						43,3	4,72 €	245,26 €
E10IAW050	<b>IMP.PERÍMETRO LÁM.ASF.A PROTEGER</b> Impermeabilización de perímetros de cubierta, con un desarrollo de 50 cm., constituida por: imprimación asfáltica, Curidan; banda de refuerzo en ángulos, con lámina asfáltica de betún elastómero SBS Esterdan 30 P elastómero, (tipo LBM-30-FP-160), totalmente adherida al soporte con soplete; lámina asfáltica de betún elastómero SBS Esterdan 40 P elastómero, (tipo LBM-40-FP-160), totalmente adherida a la anterior con soplete. Lista para proteger con capa de mortero de cemento, rodapié, etc.						112	9,33 €	1.253,95 €
E10INL060	<b>IMPER.LÁMINA PVC 1,2(R/P) INTEMPERIE</b> Impermeabilización de cubierta constituida por: lámina sintética de PVC de 1,2 mm. intemperie, armada con poliéster (R/P), de color gris/negro, Danopol I-P.						332	11,45 €	4.561,88 €
<b>TOTAL CAPÍTULO : IMPERMEABILIZACIONES</b>									<b>10.276,28 €</b>

Figura 55: Ejemplo página 16 del documento "Presupuesto y mediciones" impreso desde la aplicación desarrollada.

**CERTIFICACION ACTUAL Y A ORIGEN**

37 viviendas en Velilla de San Antonio

CÓDIGO	RESUMEN	ORIGEN		ANTERIORES		ACTUAL	
		CANT.	IMP.	CANT.	IMP.	CANT.	IMP.
CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS							
E02AM010	DESBR.Y LIMP.TERRENO A MÁQUINA	69,20	35,29	8,30	4,23	60,90	31,06
E02CM030	EXC.VAC.A MÁQUINA T.COMPACTOS	2.010,00	4.703,40	2.010,00	4.703,40	0,00	0,00
E02EM030	EXC.ZANJA A MÁQUINA T. COMPACTO	10,00	122,00	10,00	122,00	0,00	0,00
E02PM030	EXC.POZOS A MÁQUINA T.COMPACT.	234,00	2.953,08	0,00	0,00	234,00	2.953,08
E02PA030	EXC.POZOS A MANO <2m.T.COMPACT.	1,26	36,29	0,00	0,00	1,26	36,29
E02TT040	TRANSP.VERTED.<20km.CARGA MEC.	900,00	8.559,00	0,00	0,00	900,00	8.559,00
TOTAL CAPÍTULO 1: MOVIMIENTO DE TIERRAS		16.409,06 €		4.829,63 €		11.579,43 €	
CAPÍTULO 2: RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO							
E03ALA010	ARQUETA LADRI.PIE/BAJANTE 38x38x50cm	14,00	975,52	0,00	0,00	14,00	975,52
E03ALA020	ARQUETA LADRI.PIE/BAJANTE 51x51x65cm	2,00	166,06	0,00	0,00	2,00	166,06
TOTAL CAPÍTULO 2: RED HORIZONTAL DE SANEAMIENTO		1.141,58 €		0,00 €		1.141,58 €	

Figura 56. Ejemplo página 1 del informe "Certificación parcial y a origen" impreso desde la aplicación desarrollada.



## CHAPTER IV. CONCLUSIONES

### Generales

Cuando se inició este proyecto se plantearon una serie de objetivos genéricos ligados a la aplicación que se quería desarrollar. En un contexto general, este proyecto intenta aportar una visión novedosa del trabajo desarrollado por el director de la ejecución de obra. El problema es que existe poca discusión de esta u otras posibles alternativas de reestructuración de la profesión. La edificación es una forma de negocio que se rige por la ley de la oferta y la demanda. Bajo estas condiciones y la situación económica actual es necesario preguntarse si merece la pena buscar alternativas.

Espero que este proyecto haya contribuido, en alguna medida, a plantearse si es necesaria una reforma en la metodología de la profesión.

### Específicas

Una vez terminada la aplicación, podemos afirmar que se han cumplido los objetivos iniciales. Esta aplicación supone una herramienta útil para el profesional de la obra para disponer y editar los presupuestos de obra en cualquier lugar. Es importante remarcar la versatilidad de que supone disponer y elaborar un presupuesto desde cualquier lugar para el desarrollo correcto de los costes de una obra.

Comentar que su puesta en el mercado (googleplay de Android) sería posible, pero hasta llegar a una versión que realmente pudiera dar resultados en la profesión y ser de utilidad hay que seguir corrigiendo errores y agregar funcionalidades.

Tanto la aplicación desarrollada como el estudio del mercado, compone una parte de un proyecto de futuro, que consiste en el desarrollo de una serie de aplicaciones, destinadas a los profesionales de la construcción para, disponer de herramientas fáciles rápidas y portables de comprobación y realización de cálculos del ámbito de la construcción.

### Personales

Personalmente este proyecto me ha permitido adquirir nuevos conocimientos en el ámbito de la programación informática, la cual me permitirá combinar con los conocimientos adquiridos en la carrera y otorgarme mayor versatilidad en el mundo laboral.



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer muy sinceramente al director de este proyecto de final de grado el Dr. José Manuel Gómez Soberón. Es destacable la implicación que ha mostrado en todo momento con el desarrollo de este proyecto.

También quería agradecerle la posibilidad que me ha ofrecido de realizar este proyecto. Desde un principio aceptó de muy buen grado una idea inicial y gracias a sus directrices y consejos esa idea embrionaria se ha convertido en el actual proyecto. Este trabajo no hubiera sido posible sin su valiosa ayuda

No querría olvidarme de mencionar al profesorado que he tenido durante mi paso por esta escuela y que, en mayor o menor medida, me han encaminado hacia este momento. Cada conocimiento adquirido es gracias al esfuerzo que imponen en nuestra enseñanza, y es necesario reconocer esta vocación, sobre todo en este momento más delicado en la situación actual de la educación.

Agradecer a todos mis amigos por el apoyo que me han ofrecido y todos los momentos que hemos vivido juntos.

Por último quiero agradecer en especial a mis padres por la confianza que han tenido en mí y por brindarme la oportunidad de estudiar esta carrera.

## BIBLIOGRAFÍA

### Libros

- [1] Burnette, Ed. Android. Anaya Multimedia, cop. 2010. ISBN: 9788441528765.
- [2] Thibaud, Cyril. MySQL 5 : instalación, implementación, administración, programación. ENI, cop. 2006. ISBN: 2746030047
- [3] Frank Harris y Ronald McCaffer. Construction management : manual de gestión de proyecto y dirección de obra. Gili, cop. 1999. ISBN: 8425217148
- [4] Monedero Isorna, Javier. Aplicaciones informáticas en arquitectura. Edicions UPC, cop, 1999. ISBN: 8483019930
- [5] Lowagie, Bruno. iText in Action, 2nd Edition. Manning Publications, cop. 2010. ISBN: 1935182617

### Webs

- [1] <http://developer.android.com/>
- [2] <http://www.wikidroid.es/>
- [3] <http://stackoverflow.com/>
- [4] <http://www.fiebdc.org/index2.html>
- [5] <http://www.beanshell.org/>
- [6] <http://www.sqlite.org/>
- [7] <https://grapholite.com/Designer/>
- [8] <http://www.soft.es/>
- [9] <http://www.unav.es/SI/manuales/Java/indice.html#1.1>.
- [10] <http://casidiablo.net/introduccion-ui-android/>
- [11] <http://www.arguba.com/monografias-de-arquitectura/la-informatica-en-la-arquitectura/>
- [12] <http://personal.telefonica.terra.es/web/cad/historia.htm>
- [13] <http://networkawesome.com/show/ivan-sutherland-sketchpad-demo-1963/>
- [14] [http://www.dipity.com/hewittteacher/The\\_History\\_of\\_the\\_GUI/](http://www.dipity.com/hewittteacher/The_History_of_the_GUI/)
- [15] <http://www.itec.es/informacio/ConfeccionPresupuesto-PEM.aspx>
- [16] <http://www.sgoliver.net>